



**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**

**Departamento de Engenharia Mecânica**

**ISEL**



## **O papel da engenharia na gestão de ativos de uma unidade industrial**

**JOAQUIM CABRAL MARTINS**  
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia de Manutenção

Orientadores:

Doutor João Carlos Quaresma Dias  
Doutora Ana Sofia M E Dias

Júri:

Presidente: Doutor João Manuel Ferreira Calado  
Vogais:

Doutor Filipe José Didelet Pereira  
Doutora Ana Sofia Martins da Eira Dias

**Novembro de 2015**





**ISEL**

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**

## **O papel da engenharia na gestão de ativos de uma unidade industrial**

**JOAQUIM CABRAL MARTINS**  
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia de Manutenção

Orientadores:

Doutor João Carlos Quaresma Dias  
Doutora Ana Sofia Martins da Eira Dias

Júri:

Presidente: Doutor João Manuel Ferreira Calado  
Vogais:  
Doutor Filipe José Didelet Pereira  
Doutora Ana Sofia Martins da Eira Dias

**Novembro de 2015**



“Não é o mais forte da espécie que sobrevive, nem o mais inteligente. Mas sim o que melhor se adapta às mudanças.”

Charles Darwin



## Agradecimentos

Com a conclusão deste trabalho final de mestrado encerra-se assim mais um capítulo da minha vida, sendo que, foi atingido mais um objetivo muito importante ao nível da minha evolução intelectual e pessoal.

Foram muitos os que contribuíram para a materialização da presente investigação, pois um trabalho desta natureza não é, nem nunca poderá ser, resultado do esforço de uma só pessoa. É com enorme prazer que expresso aqui o mais profundo agradecimento a todos aqueles que o tornaram possível.

Gostaria de começar por agradecer ao meu orientador Professor João Quaresma Dias e à Professora Ana Sofia Martins da Eira Dias pela orientação, estímulo, incentivo e disponibilidade que sempre me dispensaram ao longo deste caminho.

Ao Professor José Sobral pelo desafio e incentivo ao tema deste trabalho.

Queria também agradecer ao Engenheiro José Lopes dos Santos pela sua disponibilidade e ajuda prestada na fase inicial que foi fundamental para a prossecução do presente trabalho.

Ao meu colega e amigo Engenheiro Daniel Viola pelo seu contributo e momentos vividos em conjunto em mais esta nova etapa da nossa vida.

Um especial agradecimento a todos os 18 especialistas que constituíram o painel *Delphi*, sendo da maior relevância a sua contribuição para a realização deste trabalho.

Expresso também o agradecimento à ADP - Fertilizantes, do Grupo FERTIBÉRIA, pela disponibilidade e apoio.

À APMI - Associação Portuguesa de Manutenção Industrial que me possibilitou a participação em eventos de conteúdo que considero muito significativo, tais como seminários, congressos e ações de formação sobre o tema do presente trabalho.

Por último, muito em especial à minha família pelo apoio e compreensão que tanto significou na longa caminhada que foi desenvolver este trabalho, a todos eles o meu muito obrigado.





# Resumo

Os desafios da sociedade moderna em termos de gestão de ativos físicos são enormes. O crescimento económico tem origem, fundamentalmente, no mundo em desenvolvimento, com um constante aumento na necessidade de equipamentos de produção e um aumento significativo dos custos do ciclo de vida. A dependência da cadeia de fornecimento num mundo cada vez mais globalizado e a necessidade de diversificar os recursos são objetivos mais difíceis de integrar, ainda mais quando se olha para a redução do impacto ambiental nas diferentes tecnologias e em fazer uma utilização racional dos recursos disponíveis. Como resultado do acima exposto, os principais desafios que os engenheiros enfrentam sobre os ativos físicos no século XXI, estão em todo o ciclo de vida dos ativos.

Há uma grande expectativa acerca do papel da engenharia na estratégia de negócio e nas novas possibilidades para as organizações, neste caso das organizações industriais, como é o da gestão de ativos, conforme a BSI PAS 55-1/2 e agora as BS ISO 55000/1/2. Contudo há, também nesta altura, dúvidas sobre o potencial da sua aplicação. A atenção centrada unicamente na eficiência da engenharia não permite responder a estas questões.

Para avaliar o impacto da engenharia nas operações e estratégias das organizações industriais, é necessário que haja também um foco na sua eficácia, isto é, na visão holística, na análise de riscos, na otimização dos ativos e processos, no aumento da disponibilidade e desempenho dos ativos, na qualidade do serviço prestado, na segurança e conformidade com as regulamentações e nos resultados advindos desse papel da engenharia. Esta dissertação apresenta uma análise ao papel da engenharia nas organizações industriais com base numa revisão de literatura, e é também apresentado um quadro teórico que procura elucidar os fatores mais relevantes da engenharia, num papel chave para a competitividade das organizações industriais.

**Palavras-chave:** Gestão de Ativos, Engenharia, BSI PAS 55-1/2, BS ISO 55000/1/2, MAIGAI, Painel *Delphi*, Indústria.



# Abstract

The challenges of modern society in terms of physical asset management are huge. Economic growth originates primarily in the developing world, a steady increase in the need for production equipment and a significant increase in life-cycle costs. The dependence of the supply chain in an increasingly globalized world and the need to diversify the resources are more difficult to integrate goals, especially in order to reduce the environmental impact of different technologies and make rational use of available resources. As a result of the above, the main challenges that engineers face on physical assets in the XXI century are throughout the life-cycle of assets.

There are great expectations about the role of engineering in business strategy and new possibilities for organizations, in this case of industrial organizations, such as asset management, as BSI PAS 55-1/2 and now or BS ISO 55000/1/2. However, there are also at this stage, doubts about the potential of its application. The attention focused only on engineering efficiency does not answer these questions. To assess the impact of engineering in the operations and strategies of industrial organizations, it is also necessary a focus on their effectiveness, that means the holistic view, risk analysis, optimization of assets and processes, increasing availability and performance assets, quality of service, security and regulatory compliance and results arising from this role of engineering in relation to the costs, goals and requirements of these organizations. This dissertation presents an analysis of the role of engineering in industrial organizations based on a literature review, and draws up a theoretical framework that seeks to elucidate the most relevant factors of engineering as a key role in the competitiveness of industrial organizations.

**Keywords:** Asset Management, Engineering, BSI PAS 55-1/2, ISO 55000/1/2, MAIGAI, *Delphi* Panel, Industry.



# Glossário

**Ação preditiva** – ação para monitorizar a condição de um ativo ou prever a necessidade de medidas preventivas ou medidas corretivas.

**Ação preventiva** – ação para eliminar a causa de uma potencial não conformidade ou outra situação de potencial indesejável.

**Ação corretiva** – ação para eliminar a causa de uma não conformidade e para prevenir a ocorrência.

**Ativo** – item, bem ou entidade, com valor potencial ou efetivo para a organização.

**Ativo crítico** – ativos com potencial de impacto significativo na realização dos objetivos da organização.

**Auditoria** – processo sistemático, independente e documentado para a obtenção de evidência de auditoria, para avaliá-lo objetivamente a fim de determinar a extensão em que se cumprem os critérios de auditoria.

**Ciclo de vida** – etapas envolvidas na gestão de ativos.

**Competência** – capacidade de aplicar conhecimentos e habilidades para se alcançarem os resultados pretendidos.

**Conformidade** – cumprimento de um requisito.

**Desempenho** – resultado mensurável.

**Eficácia** – medida em que as atividades planeadas são realizadas e são alcançados os resultados planeados.

**Eficiência** – relação entre os resultados obtidos e os recursos utilizados.

**Gestão de ativos** – atividades e práticas sistemáticas e coordenadas, através das quais uma organização gere de forma otimizada e sustentável os seus ativos e sistemas de ativos, os seus desempenhos, riscos e custos durante os seus ciclos de vida, com a finalidade de alcançar o plano estratégico organizacional.

**Gestão de topo** – pessoa ou grupo de pessoas que dirige ou controla uma organização ao mais alto nível.

**Incidente** – evento ou ocorrência não planeada, resultando em danos ou outras perdas.

**Monitorização** – determinação do estado de um sistema, um processo ou uma atividade.

**Medição** – processo para determinar um valor.

**Melhoria Contínua** – atividade recorrente para melhorar o desempenho.

**Não conformidade** – não cumprimento de um requisito.

**Objetivos** – resultado a alcançar.

**Organização** – pessoa ou grupo de pessoas, que tem as suas próprias funções, com responsabilidades, autoridades e relações para atingir os seus objetivos.

**Outsourcing** – acordo com uma organização externa que excuta parte de uma função ou de um processo organizacional.

**Plano estratégico de gestão de ativos** – informações documentadas que especificam o modo como os objetivos organizacionais podem ser convertidos em objetivos de gestão de ativos, a abordagem para o desenvolvimento de planos de gestão de ativos, bem como o papel do sistema de gestão de ativos no apoio à realização dos objetivos da gestão de ativos.

**Plano de gestão de ativos** – informações documentadas que especificam atividades, recursos e prazos exigidos para um ativo individual, ou um agrupamento de ativos, para alcançar os objetivos da gestão de ativos de uma organização.

**Plano Organizacional** – informações documentadas que especificam programas para atingir os objetivos organizacionais.

**Política** – intenções e orientações de uma organização, formalmente definidas pela gestão de topo.

**Portfólio de ativos** – ativos que estejam dentro do âmbito do sistema de gestão de ativos.

**Processo** – conjunto de atividades interativas que transformam o *input* em *output*.

**Requisito** – necessidade ou expectativa que é expressa, geralmente implícita ou obrigatória.

**Risco** – efeito de incerteza sobre os objetivos.

**Sistema de ativos** – conjunto de ativos que interagem ou se inter-relacionam.

**Sistema de gestão** – conjunto de elementos inter-relacionados de uma organização para o estabelecimento de políticas, objetivos e processos para se atingirem esses objetivos.

**Sistema de gestão de ativos** – sistema de gestão vocacionado para a gestão de ativos, cuja função é estabelecer os objetivos e a política de gestão de ativos.

**Stakeholder** – parte ou partes interessadas envolvida(s) num processo de uma organização, negócio ou indústria.

**Tipo de ativos** – grupos de ativos que têm características comuns e que se distinguem esses ativos como um grupo ou uma classe.

**Vida do ativo** – período compreendido entre a criação e fim de vida do ativo.

# Lista de Acrónimos

ALARP – *As Low As Reasonably Practicable* (tão baixo quanto possível).

APMI – Associação Portuguesa de Manutenção Industrial.

BASF – *Badische Anilin-und Soda-Fabrik*.

BP – *British Petroleum*.

BPEST – *Business, political, economic, social and technological analysis* (Negócio, político, económico, social e tecnológico).

BS – *British Standards* (Normas Britânicas).

BSI – *British Standards Institution* (Instituto Britânico para a Normalização).

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica.

DNP – Documento Normativo Português.

EN – *European Norm* (Norma Europeia).

Et al. – *Et alii* (entre outros).

ETA – *Event Tree Analysis* (Análise da Árvore de Eventos).

Etc – *Et cetera* (e os restantes).

FCS – Fatores Chave de Sucesso.

FMEA – *Failure Mode and Effects Analysis* (Análise do Modo de Efeito de Falhas).

FMECA – *Failure Modes, Effects and Criticality Analysis* (Análise da Criticidade e Modo de Efeito de Falhas).

FTA – *Fault Tree Analysis* (Análise da Árvore de Falhas).

GFMAM – (Fórum Global de Manutenção e Gestão de Ativos).

HAZOP – *Hazard and Operability Study* (Riscos e Estudos de Operação).

IAM – *Institute of Asset Management* (Instituto de Gestão de Ativos).

IIMM – *International Infrastructure Management Manual* (Manual de Gestão Internacional de Infraestrutura).

IPF – *Instrument Protective Function* (Instrumento Função de Proteção).

ISEL – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização).

LCC – *Life-cycle Cost* (Custo do Ciclo de Vida).

MAIGAI – Modelo Abrangente e Integrado de Gestão de Ativos Industriais.

MBA – *Master Business of Administration* (Mestrado em Administração de Empresas).

MTR – *Mass Transit Railway*.

MTBF – *Mean Time Between Failures* (Tempo Médio Entre Falhas).

KPI – *Key Performance Indicator* (Indicador-chave de Desempenho).

OEE – *Overall Equipment Effectiveness* (Eficácia Global do Equipamento).

OHSAS – *Occupational Health and Safety Assessment* (Serviços de Avaliação de Segurança e Saúde Ocupacional).

OSP – *Organizational Strategic Plan* (Plano Estratégico Organizacional).

PAM – BSI PAS 55 *Publicly Assessment Methodology* (Metodologia de Avaliação Pública).

PAS – *Publicly Available Specification* (Especificação Disponível ao Público).

PESTLE – *Political, Economic, Sociological, Technological, Legal, Environmental* (Político, Económico, Social, Técnico, Jurídico, Ambiental);

PDCA – *Plan, Do, Check and Action* (Planear, Fazer, Verificar e Agir).

PIB – Produto Interno Bruto.

PM – *Planned Maintenance* (Plano de Manutenção).

RAMS – *Reliability, Availability, Maintainability and Safety* (Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenção e Segurança).

RBI – *Risk-based Inspection* (Inspeção Baseada no Risco).

RCA – *Root Cause Analysis* (Análise da Causa Raiz).

RCM – *Reliability-centered Maintenance* (Manutenção Centrada em Confiabilidade).

ROA – *Return on Assets* (Retorno Sobre os Ativos).

ROI – *Return on Investment* (Retorno Sobre o Investimento).

SAM – *Self Assessment Methodology* (Metodologia de Auto-Avaliação).

SAMP – *Strategic Asset Management Plan* (Plano Estratégico de Gestão de Ativos).

SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças).

TI – Tecnologias da Informação.

TPM – *Total Preventive Maintenance* (Manutenção Preventiva Total).

TQM – *Total Quality Management* (Gestão da Qualidade Total).



# Índice

<b>Agradecimentos</b>	<b>iii</b>
<b>Resumo</b>	<b>v</b>
<b>Abstract</b>	<b>vii</b>
<b>Glossário</b>	<b>ix</b>
<b>Lista de Acrónimos</b>	<b>xi</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>xvii</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xix</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos	2
1.2. Motivação	3
<b>2 A evolução do papel da engenharia na indústria</b>	<b>7</b>
2.1. A revolução industrial e o início do ensino da engenharia	7
2.2. Os engenheiros empresários	8
2.2.1 O reconhecimento social dos engenheiros	9
2.2.2 Ascensão e afirmação da engenharia	9
2.2.3 A importância da engenharia para o desenvolvimento da sociedade	10
2.3 A criação de conhecimento em engenharia	10
2.4 A importância da engenharia para as outras profissões	11
2.5 A engenharia e os processos integrados	12
2.6 Processos integrados da engenharia	16
2.7 A engenharia e a gestão de ativos industriais	17
<b>3 A Gestão de Ativos</b>	<b>21</b>
3.1 Introdução	21
3.2 Uma visão geral da gestão de ativos	26
3.3 Uma visão geral do sistema de gestão ativos	27
3.4 Os benefícios de um sistema de gestão de ativos	29
	xiii

3.5 Os fundamentos do sistema de gestão de ativos	32
3.6 Atividades e áreas relevantes na gestão de ativos	38
<b>4 Da BSI PAS 55-1/2 à normalização da gestão de ativos</b>	<b>43</b>
4.1 A BSI PAS 55-1/2	43
4.1.1. A origem da BSI PAS 55-1/2	43
4.1.2. O que é a BSI PAS 55-1/2	43
4.2 O conceito gestão de ativos	45
4.3 O plano estratégico organizacional	45
4.4 A dimensão integrada da gestão de ativos	46
4.5 Os tipos de ativos	48
4.6 A necessidade de um sistema de gestão de recursos	50
4.7 A estrutura de um sistema de gestão de ativos	51
4.8 Os benefícios da implementação da BSI PAS 55	55
4.9 Estrutura, autoridade e responsabilidade na gestão de ativos	56
4.10 Processo e metodologia da gestão de riscos	57
4.11 O plano de gestão de ativos e o ciclo de vida	61
4.12 Os facilitadores da boa gestão de ativos	62
4.13 Os desafios da gestão de ativos	67
4.14 As normas ISO 55000/1/2	68
4.15 Resultados da aplicação da BSI PAS 55-1/2 – Alguns exemplos	73
<b>5 Proposta de um Modelo Abrangente e Integrado de Gestão de Ativos Industriais</b>	<b>75</b>
5.1 Caracterização do Modelo Abrangente e Integrado de Gestão de Ativos Industriais	75
5.2 O ciclo de vida do ativo	83
5.3 O papel da engenharia	86
5.4 O papel da operação e manutenção	87
5.5 O papel do gestor de ativos	95
5.5.1 O gestor de ativos e a análise de dados	97
5.5.2 O gestor de ativos e a verificação/ação corretiva	98
5.6 O papel do gestor de negócios	99
5.7 A metodologia PDCA	100
5.8 O investimento na gestão de ativos industriais	104

5.9 A envolvente exterior	105
<b>6 A Metodologia <i>Delphi</i></b>	<b>107</b>
6.1 O método Delphi	107
6.2 As rondas do método <i>Delphi</i>	108
6.3 Sequência e número de rondas realizadas	108
6.4 Repercussões da aplicação do método de <i>Delphi</i>	111
6.5 Critério de seleção dos especialistas	112
6.6 Conclusão	114
<b>7 Conclusões</b>	<b>115</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>117</b>
<b>Anexos</b>	<b>i</b>
<b>I. Anexo – Questionário <i>Delphi</i> da 1ª Ronda</b>	<b>iii</b>
<b>II. Anexo – Questionário <i>Delphi</i> – Resultados da 1ª Ronda</b>	<b>xi</b>
<b>III. Anexo – Questionário <i>Delphi</i> da 2ª Ronda</b>	<b>xxi</b>
<b>IV. Anexo – Questionário <i>Delphi</i> – Resultados da 2ª Ronda</b>	<b>xxv</b>
<b>V. Anexo – Questionário <i>Delphi</i> – Tabela para Respostas por Correio Eletrónico</b>	<b>xxix</b>
<b>VI. Anexo – Carta do Inquérito <i>Delphi</i> – 1ª Ronda</b>	<b>xxxi</b>
<b>VII. Anexo – Carta do Inquérito <i>Delphi</i> – 2ª Ronda - Questão 9 c)</b>	<b>xxxiii</b>
<b>VIII. Anexo – Carta do Inquérito <i>Delphi</i> – 2ª Ronda - Questão 11 e 13</b>	<b>xxxv</b>
<b>IX. Anexo – Carta do Inquérito <i>Delphi</i> – 2ª Ronda - Questão 3</b>	<b>xxxvii</b>
<b>X. Anexo – Carta do Inquérito <i>Delphi</i> – 2ª Ronda - Questão 4</b>	<b>xxxix</b>



# Lista de Figuras

<b>FIGURA 1 – CONTRIBUIÇÃO DA MANUTENÇÃO NO DESEMPENHO DAS ORGANIZAÇÕES (FERREIRA, 2013).</b>	4
<b>FIGURA 2 – GESTÃO DO CICLO DE VIDA, “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (HARDWICK, 2008)”</b>	5
<b>FIGURA 3 – ESTRATÉGIAS DE NEGÓCIO “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (AGRAWAL, 2001)”</b>	15
<b>FIGURA 4 – PROCESSO EVOLUTIVO ATÉ À GESTÃO DE ATIVOS (CUNHA, 2014).</b>	17
<b>FIGURA 5 – PLATAFORMA PIPER ALPHA, EM 1988 (WOODHOUSE, 2014).</b>	22
<b>FIGURA 6 – GESTÃO DO RISCO – CONCEITO ALARP (BOUNDER ET AL. 2009).</b>	23
<b>FIGURA 7 – FACILITADORES CRÍTICOS SISTÊMICOS “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (WOODHOUSE, 2014)”</b>	24
<b>FIGURA 8 – PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DAS ISO 55000/1/2 (2014), (WOODHOUSE, 2014).</b>	26
<b>FIGURA 9 – SISTEMA DE GESTÃO ATIVOS (CUNHA, 2014).</b>	34
<b>FIGURA 10 – RELAÇÃO ENTRE OS ELEMENTOS CHAVE DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (BSI PAS 55-1/2, 2008)”</b>	38
<b>FIGURA 11 – PRINCÍPIOS E ATRIBUTOS DA CONCEÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA GESTÃO DE ATIVOS “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (GORDON, 1998)”</b>	48
<b>FIGURA 12 – FOCO E CONTEXTO DE NEGÓCIO DA BSI PAS 55 EM RELAÇÃO ÀS OUTRAS CATEGORIAS DE ATIVOS “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (BSI PAS 55-1, 2008)”</b>	49
<b>FIGURA 13 – NÍVEIS DA GESTÃO DE ATIVOS (BSI PAS 55-1, 2008).</b>	51
<b>FIGURA 14 – HIERARQUIA DOS SISTEMAS DE ATIVOS “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (WOODHOUSE, 2014)”</b>	52
<b>FIGURA 15 – ELEMENTOS TÍPICOS DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA</b>	53
<b>FIGURA 16 – GESTÃO OTIMIZADA DOS ATIVOS NO SEU CICLO DE VIDA “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (BSI PAS 55-2, 2008)”</b>	54
<b>FIGURA 17 – MAPA ESTRATÉGICO DE GESTÃO BASEADA NO VALOR “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (KAPLAN E NORTON, 2014)”</b>	55
<b>FIGURA 18 – CICLO DE VIDA DO ATIVO (DAVIS, 2015).</b>	62
<b>FIGURA 19 – DESENVOLVIMENTO DA NECESSIDADE DE DADOS DURANTE O CICLO DE VIDA DO ATIVO “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (VROEDT E HOVING, 2014)”</b>	64
<b>FIGURA 20 – DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO ATIVO, NÍVEL DE RISCO E NECESSIDADE DE INFORMAÇÕES PRECISAS AO LONGO DO CICLO DE VIDA DO ATIVO “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (VROEDT E HOVING, 2014)”</b>	64
<b>FIGURA 21 – DESENVOLVIMENTO DE DADOS E ANÁLISES AO LONGO DO TEMPO “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (VROEDT E HOVING, 2014)”</b>	65
<b>FIGURA 22 – A RELAÇÃO ENTRE A GESTÃO DE ATIVOS E UM SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (ISO 55001, 2014)”</b>	70
<b>FIGURA 23 – IMPLEMENTAR UM SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (HAWES, 2009)”</b>	72
<b>FIGURA 24 – PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO E MELHORIA DO SISTEMA DE GESTÃO ATIVOS (CUNHA, 2014).</b>	72
<b>FIGURA 25 – GRAUS DE MATURIDADE (IAM, 2014).</b>	72
<b>FIGURA 26 – GAP RELATIVAMENTE À ISO 55001 (2014), (IAM, 2014).</b>	73
<b>FIGURA 27 – MODELO COM AS ÁREAS MAIS RELEVANTES DE UMA ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL INSERIDAS NUMA PIRÂMIDE INVERTIDA</b>	76
<b>FIGURA 28 – MODELO COM AS ÁREAS MAIS RELEVANTES DE UMA ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL INSERIDAS NUMA PIRÂMIDE COM A BASE INFERIOR NA POSIÇÃO HORIZONTAL (MODELO TRADICIONAL).</b>	76
<b>FIGURA 29 – MAIGAI – MODELO ABRANGENTE DE INTEGRADO DE GESTÃO ATIVOS INDUSTRIAIS</b>	80
<b>FIGURA 30 – MAIGAI MELHORADO – MODELO ABRANGENTE DE INTEGRADO DE GESTÃO ATIVOS INDUSTRIAIS MELHORADO</b>	82
<b>FIGURA 31 – PRINCÍPIO GENÉRICO DO CICLO DE VIDA DO ATIVO FÍSICO (WOODHOUSE, 2014).</b>	84
<b>FIGURA 32 – PRINCÍPIO GENÉRICO DO CICLO DE VIDA DO ATIVO FÍSICO “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (MICROMATIONINC, 2015)”</b>	85
<b>FIGURA 33 – CICLO DE VIDA DO ATIVO (CUNHA, 2014).</b>	85

<b>FIGURA 34</b> – O CICLO DE VIDA DO EQUIPAMENTO (ASSIS, 2015). .....	86
<b>FIGURA 35</b> – <i>LIFE-CYCLE COST</i> (CUSTO DO CICLO DE VIDA), (ASSIS, 2012). .....	88
<b>FIGURA 36</b> – ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO (TAKATA <i>ET AL.</i> , 2004). .....	89
<b>FIGURA 37</b> – PIRÂMIDE DA GESTÃO DE ATIVOS COM 5 NÍVEIS “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (DEPOOL E AMENDOLA, 2014)” .....	93
<b>FIGURA 38</b> – SISTEMA FUNCIONAL <i>VERSUS</i> SISTEMA GLOBAL (CUNHA, 2014).....	100
<b>FIGURA 39</b> – PROCESSOS DA GESTÃO DE ATIVOS “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (WOODHOUSE, 2010)” .....	101
<b>FIGURA 40</b> – CICLO <i>DEMING</i> – PDCA, NUMA PERSPETIVA DA GESTÃO DE ATIVOS “ADAPTAÇÃO DE REFERÊNCIA (WOODHOUSE, 2014)” .....	102
<b>FIGURA 41</b> – CICLO DE GESTÃO PDCA (ASSIS, 2014).....	103
<b>FIGURA 42</b> – ESQUEMA ITERATIVO DA METODOLOGIA <i>DELPHI</i> (DIAS, 2015).....	109
<b>FIGURA 43</b> – COMPOSIÇÃO DO PAINEL <i>DELPHI</i> .....	113

# Lista de Tabelas

<b>TABELA 1</b> - MAPA TECNOLÓGICO DA MANUTENÇÃO (TAKATA <i>ET AL.</i> , 2004). .....	90
<b>TABELA 2</b> - RESUMO DO PROCESSO EMPÍRICO DE VALIDAÇÃO DO MAIGAI. ....	111





# 1 Introdução

Em todo o mundo, a sociedade depara-se com um grande desafio na gestão dos seus ativos, no caso da presente dissertação em particular, a engenharia industrial.

O clima económico é cada vez mais complexo, sendo que as organizações têm necessidade absoluta de melhorar o seu desempenho, através do aumento dos seus rácios de ROI – *Return on Investment* e ROA – *Return on Assets* (Ferreira, 2013).

O novo papel para a indústria estará ligado ao conhecimento e à inovação, à diferenciação e à articulação de atividades a montante e a jusante das cadeias de valor. Para isso são fundamentais competências em diversas áreas do conhecimento, das quais se destaca, obviamente, a engenharia.

Tem-se presente que o âmbito da profissão dos engenheiros é muito lato, abrangendo as atividades de investigação, conceção, estudo, projeto, fabrico, construção, produção, fiscalização e controlo da qualidade, incluindo a coordenação e a gestão dessas atividades. Daqui decorre que a engenharia ocupa uma posição muito relevante, ou mesmo determinante, na vida das empresas e, conseqüentemente, na economia (Saraiva, 2014).

Segundo Ignatius (2014), “tal como as máquinas, as organizações são também sistemas. Dessa forma, necessitam de uma liderança capaz de produzir bons resultados, e de forma eficiente. Esse pensamento sistemático é fundamental na liderança de empresas. Usando a sua capacidade de conceção e desenvolvimento de sistemas complexos, os engenheiros estão bem preparados para conceber estruturas organizacionais e processos robustos alinhados com a estratégia das empresas”.

A engenharia, pela sua dimensão e transversalidade, tem procurado, ao longo da sua história, aplicar o conhecimento ao serviço da transformação e adaptação da natureza com o fim de otimizar a qualidade de vida, desenvolvendo metodologias que, de forma evolutiva, adaptadas a cada momento histórico, assegurem a satisfação das necessidades das gerações atuais, sem comprometer a possibilidade de gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades (Ramos, 2014).

Os cursos de engenharia desenvolvem nos seus alunos a capacidade de análise de informação complexa e de pensamento lógico para a resolução de problemas. Nas

organizações não faltam desafios para este tipo de competências, não só nas áreas operacionais como também no *marketing* e na área financeira. Ou seja, para um engenheiro com experiência profissional relevante, um MBA – *Master Business of Administration* pode ser uma excelente opção. Pode ser a solução para reparar lacunas na sua formação de base a nível das competências, como a comunicação, o relacionamento interpessoal e a busca de soluções criativas para problemas complexos. Este tipo de competências relacionadas com a inteligência emocional é muitas vezes o “calcanhar de aquiles” dos engenheiros, principalmente dos mais introvertidos. Desse modo, para níveis séniores, essas competências são muito procuradas, como por exemplo uma pós-graduação em gestão ou um MBA. Mas se os engenheiros têm a possibilidade de complementar a sua formação de base com um MBA, o contrário já não é tao fácil. Os profissionais com formação em áreas como a da gestão de empresas, letras ou direito, já não terão facilidade em completar a sua formação com um curso de engenharia (Ignatius, 2014).

Com o desenvolvimento do novo conceito de gestão de ativos surgiu um novo foco técnico para a engenharia e a necessidade de se envolver em todas as disciplinas.

A gestão de ativos é cada vez melhor compreendida pela comunidade empresarial como uma disciplina estratégica e de negócios onde o valor dos ativos contribui de uma forma decisiva. A gestão de ativos surge agora como qualquer outra disciplina de gestão.

## **1.1. Objetivos**

O objetivo do presente trabalho é conceber um modelo abrangente e integrado que explicite o papel da engenharia na gestão de ativos de uma unidade industrial.

No entanto, tratando-se de um objetivo ambicioso, e tendo em conta a complexidade inerente ao tópico sob investigação, e as restrições temporais associadas a uma dissertação de Mestrado, a sua concretização na presente dissertação é focalizada na prossecução de um objetivo mais específico, ou seja, com o desenvolvimento da gestão de ativos físicos, assente numa visão holística, sistemática, sistémica, integrada e baseada numa gestão de riscos que pode unificar as diferentes áreas de uma organização, na busca da sustentabilidade, otimização e de objetivos estratégicos compartilhados, pretende-se com a utilização de um painel de *Delphi* compreender melhor o papel da engenharia com este novo enquadramento aplicado a um organização industrial. O painel de *Delphi* tem como finalidade obter um consenso entre um conjunto de especialistas, com conhecimentos sólidos neste domínio tão

emergente, que valida, a partir da revisão bibliográfica efetuada, o modelo concebido, que será abrangente e integrado para a gestão de ativos industriais.

## 1.2. Motivação

A minha experiência profissional em engenharia tem sido resultado da minha intervenção em diferentes níveis, desde a fase de projeto até à reabilitação de equipamentos, implementação de novos equipamentos, desenvolvimento de tarefas de gestão e de engenharia, numa unidade do setor químico industrial.

Por outro lado, a minha intervenção neste ramo tem visado o assegurar da manutibilidade dos sistemas e equipamentos para que eles possam cumprir o expectável ciclo de vida ao mais baixo custo. Esta responsabilidade na área da manutenção tem sido no sentido de garantir a segurança operacional dos ativos assim como a sua disponibilidade, tendo em conta diversos parâmetros tais como a fiabilidade, a eficiência e a eficácia do seu funcionamento. A função da manutenção é essencial para manter esses níveis em todo o seu ciclo de vida.

Por outro lado, o advento das tecnologias da informação tem permitido fazer uma melhor ligação entre os processos permitindo integrar e efetuar análises aos diferentes sistemas.

Contudo, no contexto em que vivemos, verifico que a sobrevivência das organizações passa por satisfazer as partes interessadas e sobretudo na criação de valor.

Os ativos físicos das organizações representam a componente mais importante dos investimentos realizados e, normalmente, não são facilmente transacionáveis.

Neste contexto, as organizações industriais de todos os tipos e dimensões, mas sobretudo as de capital intensivo têm de fazer face a níveis de incerteza, sobre se são capazes ou não de atingir os seus objetivos económicos e financeiros.

Para Ferreira (2013), o efeito desta incerteza nos objetivos das organizações representa o “risco”. Para assegurar que este risco é controlado e que os rácios de ROI – *Return on Investments* e ROA – *Return on Assets* são assegurados de forma sustentada, torna-se necessário gerir os equipamentos tendo em atenção todo o seu ciclo de vida.

O desempenho das organizações não é apenas responsabilidade da manutenção, contudo, a sua contribuição tem impacto em todas as áreas de negócio, conforme ilustra a Figura 1.



**Figura 1** – Contribuição da manutenção no desempenho das organizações (Ferreira, 2013).

A gestão efetiva dos equipamentos (Ferreira, 2013):

- Engloba aspetos de natureza económico-financeira;
- Envolve de uma forma determinante a gestão técnica das operações dos ativos físicos, sobretudo nas empresas industriais de capital intensivo, onde são necessários investimentos para prazos longos.

É também necessário integrar a gestão das operações na gestão global das empresas e a utilização de TI - Tecnologias da Informação. Com o desenvolvimento deste novo conceito de gestão de ativos, as empresas deverão analisar a sua aplicação e verificar da interdependência entre os seus vários ativos, assim como o desenvolvimento e a aplicação de conceitos de análise de informação. Atualmente existe a possibilidade de se realizar uma gestão de ativos físicos com processos integrados, tendo em vista a sua otimização ao longo de todo o seu ciclo de vida. Desse modo verifica-se um impacto muito positivo na sustentabilidade e competitividade das empresas (Ferreira, 2013).

A gestão de um conjunto de áreas das organizações são determinantes para assegurar, garantir e melhorar um conjunto de aspetos, que são críticos para a gestão do ciclo de vida dos ativos, conforme se pode verificar na Figura 2.



**Figura 2** – Gestão do ciclo de vida, “Adaptação de referência (Hardwick, 2008)”.

A especificação BSI - *British Standards Institution PAS - Publicly Available Specification 55-1/2* (2008), e agora também as ISO - *International Organization for Standardization 55000/1/2* (2014), permitem ter um referencial a partir do qual é possível conhecer o nível de integração da gestão dos ativos físicos das empresas (Ferreira, 2013), onde o papel da engenharia terá a sua maior relevância, e/ou ajudar estas a aplicar os conceitos subjacentes ao conceito de gestão de ativos.



## **2 A evolução do papel da engenharia na indústria**

A tradição induz a pensar que a engenharia está apenas associada à tangibilidade. No tempo atual, porém, essa visão mudou e deu origem a entidades intangíveis, onde de uma forma não rigorosa e como exemplo, se pode citar a engenharia financeira, informática, entre outras.

Segundo Bronowski (1964), o conceito de engenharia existe desde a antiguidade, a partir do momento em que o ser humano inventou a roda, a polia e a alavanca. Cada uma destas invenções é consistente com a moderna definição de engenharia, explorando princípios básicos da mecânica para desenvolver ferramentas e objetos utilitários.

O termo "engenharia" tem em si uma etimologia muito mais recente, derivando da palavra "engenheiro", que surgiu na língua portuguesa no início do século XVI e que se referia a alguém que construía ou operava um engenho. Naquela época, o termo "engenho" referia-se apenas a uma máquina de guerra como uma catapulta ou uma torre de assalto. A palavra "engenho", em si, tem uma origem ainda mais antiga, vindo do latim "*ingenium*" que significa "gênio" ou seja uma qualidade natural, especialmente mental, portanto uma invenção inteligente (Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, 2002).

Para Heitor *et al.* (2002), os engenheiros aplicam as ciências físicas e matemáticas na obtenção de soluções adequadas para os diferentes problemas ou para o aperfeiçoamento de soluções já existentes. Nos dias de hoje, aos engenheiros é exigido o conhecimento das ciências mais relevantes para a construção dos seus projetos, resultando na necessidade de apreensão do conhecimento sobre novas matérias ao longo da sua carreira profissional.

### **2.1. A revolução industrial e o início do ensino da engenharia**

No século XIX, com a Revolução Liberal, a formação de engenheiros tomou ênfase em 1836 com a criação da Academia Politécnica do Porto e da Escola Politécnica de Lisboa. O alargamento da profissão de engenheiro a outras áreas deu-se em paralelo com a 2ª Revolução Industrial, na primeira metade do século XIX, sobretudo na área da engenharia mecânica. As Engenharias Eletrotécnica e Química só surgiram no final do século XIX e princípio do século XX (Ramos, 2015a).

Segundo Ramos (2015a), as inovações, e em particular as inovações tecnológicas, têm sido os principais motores da melhoria sem precedentes dos padrões de vida dos países desenvolvidos desde a revolução industrial. Ainda de acordo com este autor, a entrada das universidades nas áreas de engenharia começou em França com a criação de diversas academias militares desde 1747, incluindo a *École des Mines* (1793), e sobretudo a *École Polytechnique* (1794), com dois anos de formação de base de cálculo, mecânica e química, antes da formação especializada. Apareceram a seguir, também em França, escolas de engenharia de iniciativa não estatal com impacto importante. Esta experiência francesa de ensino de engenharia entrou nos Estados Unidos da América pela via militar, na Academia de West Point, em 1802, reorganizando-se o ensino logo em 1812 com o apoio dos franceses. A procura dos cursos de engenharia cresceu bastante. O figurino francês para a formação de base prevaleceu nessa fase. Contudo, o modelo alemão veio a sobrepor-se no final do séc. XIX. As universidades de Karlsruhe (1825) e Berlim (1827) foram-se afirmando. No final do século havia já na Alemanha 11 escolas de engenharia, com o estatuto de universidades, com mais de mil doutoramentos já realizados. O modelo de ensino de engenharia alemão tornou-se popular nos Estados Unidos da América para as escolas de topo. Em França, na segunda metade do século XIX, o ensino e a sociedade tiveram um desenvolvimento lento, ao contrário do que sucedera anteriormente, logo a seguir à revolução francesa.

## **2.2. Os engenheiros empresários**

Ao se considerarem os dados sobre a evolução do PIB - Produto interno Bruto, *per capita*, entre o início da Revolução Industrial e a atualidade, constata-se um acréscimo nesse indicador de cerca de 80 vezes. Este aspeto é tanto mais relevante quanto a evolução da população no período em que passou de cerca de 800 milhões para aproximadamente 8.000 milhões (Lobo, 2015).

Ainda de acordo com Lobo (2015), corresponde, portanto, a um facto para o qual a engenharia e a tecnologia foram determinantes, sendo consensual que o desenvolvimento da competitividade e da internacionalização da nossa economia assenta em elevadas competências em engenharia e tecnologia.

De acordo com Ramos (2015a), a partir de 1900 verificou-se uma aceleração da criação de indústrias com base tecnológica em bastantes países. Em variados casos os empresários eram, eles próprios, engenheiros com talento para a organização e comercialização: Henry Ford (Ford Co.), Alfred Sloan (General Motors), Jack Welch (General Electric), Carl Bosch



(BASF), e mais recentemente, na era das novas tecnologias, Bill Gates (Microsoft), Sergey Brin e Larry Page (Google) e muitos outros. Nas pequenas e médias empresas, o papel dos empresários engenheiros é hoje notório em Portugal.

### **2.2.1 O reconhecimento social dos engenheiros**

Segundo Lobo (2015), o título de engenheiro só foi reconhecido legalmente em Portugal em 1926, depois de um movimento dos estudantes e engenheiros, sobretudo do Instituto Superior Técnico. A partir daí o reconhecimento social dos engenheiros foi ganhando importância.

Ainda de acordo com o mesmo autor, o advento das novas tecnologias alargou muito mais ainda o prestígio dos engenheiros, com os telemóveis, os computadores pessoais, os *tablets*, a *internet*, o *skype* e o *google*. As novas tecnologias tornaram as comunicações entre as pessoas e o acesso à informação muito fáceis. A engenharia marca hoje fortemente toda a sociedade moderna. Em Portugal, o papel dos engenheiros na indústria, serviços, autarquias, é hoje determinante e socialmente reconhecido. O impacto da vida moderna no clima e nos recursos (sustentabilidade) também tem reforçado o papel dos engenheiros.

### **2.2.2 Ascensão e afirmação da engenharia**

Para Rollo (2015), uma acentuada tendência em curso a partir da revolução industrial e à imagem do que vinha ocorrendo nos países mais desenvolvidos na Europa e na América do Norte, empenhados num processo de industrialização, também em Portugal se assistiu, especialmente a partir de meados do século XIX, a um tempo de protagonismo e afirmação da classe profissional dos engenheiros.

Ainda de acordo com Rollo (2015), são os engenheiros, por excelência, os principais representantes e atuadores do processo da inovação tecnológica que já vinha a dominar e a transformar profundamente as sociedades.

Agentes da modernização que surge imparável e indisfarçavelmente desafiante, estimulando o engenho, a criatividade, a persistente renovação do espírito científico. No contexto da consensualidade suscitada pelo fascínio e conforto proporcionados pela engenharia, os engenheiros, assumem então o foro de indispensabilidade, alcançando, e reivindicando, crescente protagonismo e intervenção para além do território da técnica, almejando a esfera política e a participação na definição e condução das políticas de desenvolvimento. Foi assim um pouco por todo o lado, foi assim também em Portugal onde a

presença, e especialmente a obra dos engenheiros, conquistou pleno direito e a intervenção dos engenheiros invadiu vários palcos e diversos patamares da vida nacional (Rollo, 2015).

Ainda de acordo com o mesmo autor, autonomizaram-se e intensificaram os espaços dedicados à sua formação, promoveram a sua atividade, cerraram fileiras na defesa da sua profissão e tomaram voz sobre o percurso nacional, reclamando a sua posição como agentes do progresso e promotores de estratégias para o país. Instalar-se-ia entretanto a crise, de que o choque petrolífero de outubro de 1973 e o consequente aumento dos preços internacionais das matérias-primas energéticas, seriam apenas o sinal mais imediato e em Portugal (e não só) chegaria finalmente o fim de um tempo demasiado longo.

### **2.2.3 A importância da engenharia para o desenvolvimento da sociedade**

Segundo Sampaio (2015), a história da engenharia retrata de alguma forma a trajetória do desenvolvimento dos países. A modernização, e o progresso, o bem-estar e a qualidade de vida da sociedade, são tributários do contributo da escola e da academia no alargado leque de disciplinas e competências que a engenharia e a atividade dos engenheiros toca, requer e exige dos gabinetes de estudos e projetos, das empresas privadas e das associações, que, como agentes económicos de primeira linha, têm sido os fautores da mudança.

Ainda de acordo com Sampaio (2015), o essencial da formação do engenheiro é, precisamente, o desenvolvimento da capacidade para resolver problemas, por vezes bastante complexos. Os engenheiros, de certa forma, têm o privilégio de ocupar a interface entre a ciência e a realidade, na medida em que lhes cabe encontrar soluções técnicas e tecnológicas. Encontram-se igualmente na fronteira entre a ciência fundamental e a ciência aplicada. As sociedades precisam de uma cultura cívica baseada cada vez mais na racionalidade, na verificação empírica e no rigor.

## **2.3 A criação de conhecimento em engenharia**

Para Menezes (2015), a inovação está inevitavelmente ligada à investigação, seja esta mais ou menos aplicada. Qualquer desenvolvimento na área da engenharia seria impensável se não houvesse por trás uma base de investigação sólida, mesmo em situações mais simples onde, aparentemente, o desenvolvimento possa parecer mais criacionista. A inovação terá sempre na sua base o conhecimento consolidado que só nos chega depois de muita investigação. A criação de conhecimento ocorre maioritariamente nos espaços desenvolvidos

para esse efeito: as universidades, espaços de criação, análise crítica, transmissão e difusão de cultura, de ciência e de tecnologia que, através da investigação, do ensino e da prestação de serviços à comunidade, contribuem para o desenvolvimento económico e social.

Devem considerar-se para os casos de sucesso e perceber que uma verdade inquestionável é a de que o conhecimento corretamente aplicado na indústria só pode dar bom resultado. O industrial tem de acreditar, em primeiro lugar, que não está sozinho no mundo e que a sua concorrência não é necessariamente o seu pior inimigo; tem de acreditar que a ajuda técnica é necessariamente baseada no conhecimento e que este, não sendo suficiente na empresa, está no sistema científico e tecnológico, que a partir das universidades devem colocar o conhecimento que criam ao serviço da sociedade, seja pela formação de excelência dos seus alunos, seja pela transferência de tecnologia para o tecido empresarial. A introdução de inovação tecnológica numa linha de produção industrial provoca algum desconforto nas empresas mais conservadoras, que não se apercebem da mudança que a criação de conhecimento vai introduzindo na sociedade. Mas isto faz parte do desenvolvimento socio-económico da humanidade. Umas fecham, outras adaptam-se e modernizam-se em permanência, numa estratégia de melhoria contínua e muito planeamento. As que fecham foram importantes enquanto duraram. As que se atualizam serão bem mais importantes, pois serão elas que contribuirão na primeira linha para a melhoria dos padrões de vida da humanidade (Menezes, 2015).

E qual o papel da engenharia em todo este processo? Esta estará sempre presente e sempre na companhia do conhecimento. O desenvolvimento vem dos novos materiais, novas tecnologias, novas metodologias de projeto e muito planeamento. Esse desenvolvimento só será possível com a criação de conhecimento. Os benefícios práticos na sociedade oriundos da inovação em engenharia não se limitam a situações evidentes, como apenas em novas tecnologias. O desenvolvimento tecnológico também tem trazido novos perigos que podem colocar em causa o bem-estar do ser humano. E aqui, de novo, a criação de conhecimento é a grande responsável pela resposta que a engenharia pode dar (Menezes, 2015).

## **2.4 A importância da engenharia para as outras profissões**

De acordo com a definição de engenharia na Enciclopédia Britânica, tem-se que: *“Engineering is the professional art of applying science to the optimum conversion of resources of the nature to benefit man”* e também: *“Engineering is an art requiring the judgment necessary to adapt knowledge to practical proposes, the imagination to conceive*

*original solutions to problems and the ability to predict performance and cost of new devices on processes”.*

A mesma Enciclopédia ainda refere o seguinte: *“The function of the scientist is to know, while that of the engineer is to do. The scientist adds to the store of verified, systematized knowledge of the physical world; the engineer brings this knowledge to bear in practical problems”.*

O engenheiro necessita de uma constante atualização dos conhecimentos científicos e a preocupação de os aplicar à resolução de novos problemas, no entanto e antes dessa resolução deverá proceder à identificação e da formulação do problema. Um célebre e controverso economista americano, John Kennet Galbraith afirmou que: “ O engenheiro é o maior inimigo do economista” (Silva, 2015).

Ainda de acordo com Silva (2015), a formação em engenharia, a capacidade específica do engenheiro de adaptação a outras profissões, de integração dos conhecimentos entre si, com os aspetos das ciências sociais e humanidades, que nunca tiveram ausentes, e que ampliam a capacidade de melhor ver o mundo e conferem uma maior sensibilidade para os efeitos e o alcance das soluções que propõe aos problemas que sabe formular. O capital humano e sobretudo a pessoa do engenheiro, cuja formação base sempre aberta à mudança, à observação dos sinais e à problematização das questões relevantes, lhe imprime mais do que uma profissão, mas uma verdadeira natureza: o engenheiro.

## **2.5 A engenharia e os processos integrados**

Segundo Figueiredo (2015), a engenharia nasceu completamente direcionada para a tecnologia, para criar tecnologia, para a por em funcionamento e tirar partido dela, porém a engenharia assim ficou mas a tecnologia não. A tecnologia não permaneceu sujeita às mesmas regras, com a mesma cadência de evolução, com os mesmos atores, com a mesma complexidade. De facto, tudo se tornou mais difícil e exigente, acorrer num ambiente bastante mais competitivo, no qual a quantidade de inter-relações e as interdependências entre estas, a pressão do tempo, o encurtar dos ciclos de desenvolvimento, são aspetos com os quais a engenharia atual tem de lidar e não pode mais fazê-lo sozinha. O engenheiro pode trabalhar, e normalmente fá-lo, em equipa, assim como a engenharia tem de trabalhar em parceria, tem de integrar parceiros de outras áreas de conhecimento que ajudem a compreender os sistemas e não apenas as partes.

Segundo Bromley (2009), na altura Reitor de Yale, citou: "No projeto de engenharia mais banal, os primeiros 10% de decisões tomadas comprometem entre 80% e 90% de todos os recursos que virão a ser usados no projeto. Infelizmente, a maioria dos engenheiros não está convenientemente equipada para participar nestas decisões iniciais, pelo simples facto de se tratar de decisões que não são puramente técnicas. Embora possam ter vertentes técnicas importantes, estas decisões envolvem normalmente também aspetos económicos, éticos, políticos, de apreciação de conjunturas internacionais e de gestão. De facto são necessários mais engenheiros capazes de dominar o ciclo completo de decisões que envolvem um projeto de engenharia".

De acordo com Figueiredo (2015), a resolução de problemas tem de ser encarada de outra forma, ou seja, treinar o engenheiro a resolver problemas formulados por terceiros pode ser perigoso. Ditar um problema com uma bateria de dados para o resolver, normalmente à medida, pois os dados fornecidos são apenas os necessários e suficientes para resolver o problema, é um mau hábito.

De facto obter os dados para resolver um problema real é um processo fundamental em engenharia. Quais são os dados que interessam, quais os que não interessam, como é que se obtêm, qual o seu grau de rigor, até que ponto traduzem a realidade? Como se estimula o cliente, o utilizador, as partes interessadas, os investidores, em suma: os *stakeholders*, a explicar aquilo de que realmente precisa? Também a formulação do problema é uma das fases nobres do ato de engenharia, descobrir qual é o problema, perceber bem esse aspeto, é de uma importância crucial para a qualidade do ato de engenharia. Perceber qual é o problema implica compreender o contexto, optar por algumas decisões difíceis no que diz respeito ao recorte do âmbito e à clareza do que realmente se quer. Tudo isto num contexto de recursos limitados e normalmente inferiores aos pretendidos. O recorte do âmbito tem muitas vezes a ver com a escassez dos meios. A situação mais comum nos curricula de engenharia é a aposta na resolução de problemas, o que leva a que o aluno se habitue a resolver bem problemas eventualmente maus, isto é, problemas que não interessam, estão mal formulados. Isto é assim quando seria afinal tão fácil responsabilizar o aluno/engenheiro pela cadeia formulação-resolução habituando-o a ser eficaz, isto é, a resolver bem o que interessa ser resolvido, o problema certo. A engenharia sempre foi assim, contudo, algumas mudanças seriam bem-vindas e que se poderia melhorar a sua eficácia. A agilidade de determinadas matérias que atravessam horizontalmente o espaço, que necessitam de intermediação de vários interlocutores de formações diferentes, são matérias de aplicação multidisciplinar. Tal como o processo que varre horizontalmente a organização, se distancia da função, que mergulha num

objetivo estreito e determinado, também esta abordagem à engenharia tende a criar laços em redor, garantindo que a conceção e desenvolvimento dos artefactos tecnológicos não são fruto de um querer e de uma direcção, mas sim de negociações várias onde diversos atores relevantes e decisivos delimitam bem aquilo de que são ou não capazes de querer e são ou não capazes de abdicar (Figueiredo, 2015).

A sustentabilidade representa uma das novas variáveis a ter em conta nas questões de criação, desenvolvimento e utilização de tecnologia. A conceção de soluções orientadas para a sustentabilidade tem representado uma das apostas consistentes na conceção em engenharia contemporânea. Para além de conceber tendo em conta a sustentabilidade, o engenheiro tem de saber fazer uma análise de sustentabilidade, assim como representar um papel relevante no controlo dessa sustentabilidade. Questões como o propósito de um projeto, sendo aspetos básicos, são desde logo suscetíveis de um enquadramento sustentável e resiliente, capaz de condicionar o ciclo de vida do desenvolvimento. Mas, sobretudo é de notar que se volta ao princípio, a conceção sustentável exige conhecimento especializado e em rede, sensibilidade e capacidade para conseguir integrar a conceção e desenvolvimento do artefacto tecnológico na sociedade, na economia e no ambiente, já para não se mencionarem as políticas inerentes (Figueiredo, 2015).

Ainda de acordo com Figueiredo (2015), o engenheiro precisa de saber matérias relacionadas com a gestão tal como precisa de saber sobre física, ou sobre matemática, ou sobre química. A relação é exatamente a mesma. O engenheiro não trabalha em peças, trabalha em sistemas e para poder conceber e desenvolver esses sistemas tem de os perceber e aquilo que os rodeia. Acontece que a grande maioria dos sistemas são sociotécnicos, isto é, têm tecnologia e social, de forma integrada e indissociável. O sistema é um todo que não se pode dividir, tem que se conhecer, usar e explorar como um todo.

Ora, só se consegue conhecer o sistema se existir conhecimento sobre estas questões que lhe são inerentes; qual o comportamento adequado para o sistema; como se usa; quem o vai usar; em que condições; em que contextos; e muitos outros aspetos. Neste sentido, a engenharia expandiu-se, ou precisa ainda de expandir muito. Logo, o engenheiro tem de alargar os seus horizontes também, tem de se tornar mais polivalente, mais capaz, mais eficaz e mais pró-ativo (Figueiredo, 2015).

Segundo Ramos (2015b), é incontestável o papel que a engenharia e a tecnologia têm desempenhado na evolução da história da humanidade. Em todas as nossas atividades e em todos os setores de consumo humano, a engenharia está presente, sendo determinante na sociedade moderna. Ao longo dos séculos, a engenharia, através de conhecimento

rudimentares ou mais evoluídos, têm vindo a acompanhar o homem no seu permanente desejo de fazer mais e melhor, de se ultrapassar a si próprio. O milagre do ocidente, como é classificado pelos historiadores quando se referem ao processo de crescimento económico que tornou os países ocidentais mais ricos e poderosos do que o resto do mundo, começou no século XVIII, acelerou durante os séculos XIX e XX, e tal foi possível porque a ciência e a tecnologia progrediram mais rapidamente nestes países do que nos restantes.

A estratégia para o negócio é um processo integrado de recursos humanos, de tecnologia e dos processos de trabalho, conforme ilustra a Figura 3.



**Figura 3** – Estratégias de Negócio “Adaptação de referência (Agrawal, 2001)”.

O papel da engenharia na gestão de ativos como elemento de controlo no seio das organizações ainda não está bem compreendido. O objetivo deste trabalho é o de incluir o papel da engenharia na estratégia da organização, pelo que se considera que não tem sido uma questão suficientemente abordada e discutida. O foco deste trabalho é sobre como esse papel é mantido no conjunto das atividades, relações e mecanismos relacionados com os ativos físicos de uma organização industrial.

É estabelecido um quadro que concentra um conjunto de atividades e funções relacionadas, ou seja, um modelo concetual funcional integrado que representa as relações entre as partes envolvidas na gestão dos ativos.

O modelo funcional estabelecido é fundamentado a partir da revisão bibliográfica e validado a partir do conjunto de especialistas inquiridos, que convergiram com a perspetiva detida com base na revisão de literatura sobre a gestão de ativos, contudo, mesmo

considerando que pode ser melhorado, a experiência prática deverá exigir a sua aplicabilidade e provado por pesquisas futuras.

O papel da engenharia neste contexto é sobretudo uma prática de atividades coordenadas, na gestão de ativos, para alcançar o maior retorno do capital investido na organização industrial, ou seja, criar valor.

## **2.6 Processos integrados da engenharia**

Utilizando uma abordagem aos sistemas de gestão integrados, esta vai permitir que o sistema de gestão de ativos de uma organização possa ser construído sobre elementos de outros sistemas existentes, tais como a qualidade, meio ambiente, segurança e gestão de riscos.

Com base em sistemas existentes pode reduzir-se o esforço e os custos inerentes à criação e manutenção de um sistema de gestão de ativos. Pode também melhorar-se a integração entre diferentes disciplinas e melhorar a coordenação interfuncional. A integração bem-sucedida de todas as funções de uma organização é reconhecida como um fator de competitividade da indústria de transformação. No caso da manutenção, este caminho para a integração coloca-a no centro do sistema de transformação, juntamente com a produção (Bamber *et al.*, 2004).

Ainda segundo estes autores, esta metodologia da integração de sistemas não é surpreendente, pois os objetivos do TPM – *Total Productive Maintenance* e as suas metodologias de melhoria contínua, juntamente com as aplicações práticas de técnicas de gestão na transformação, já agregam os requisitos existentes nas normas ISO 14001 (Gestão Ambiental), ISO 9001 (Gestão da Qualidade) e OHSAS - *Occupational Health and Safety Assessment* (Saúde e Segurança).

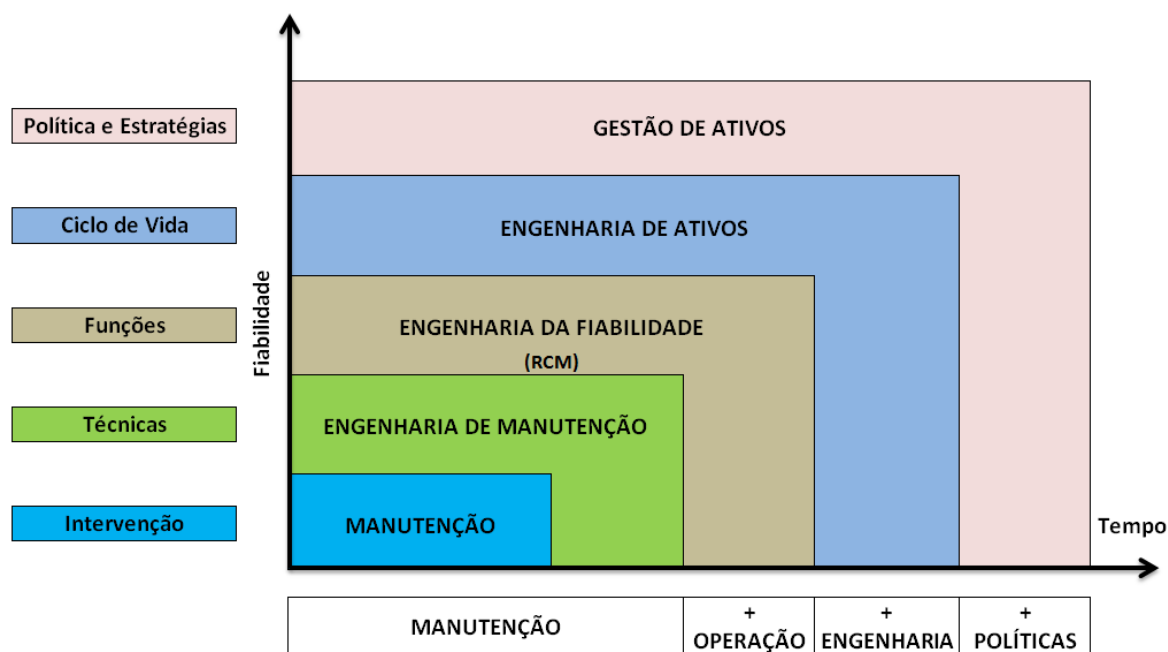
Segundo Shervin *et al.* (1995), o uso de um sistema de informação comum é essencial para a existência de dados fiáveis necessários à implementação e otimização de programas de manutenção baseada na fiabilidade dos equipamentos. As TI possibilitaram a existência de tais sistemas de informação. Seis elementos para a integração da informação e o nível dessa integração são estudados por Uusipaavalniemi e Juga (2009): práticas de partilha de informação, atividades e processos, atributos da informação, oportunidade da informação, uso das TI e criação conjunta de informação.

Segundo Komonen (2002), quanto maiores são as empresas de transformação maior é o nível de integração e mais baixos são os custos de manutenção em relação a toda a operação.



## 2.7 A engenharia e a gestão de ativos industriais

O papel da engenharia é parte integrante da gestão industrial, e consequentemente, na gestão de ativos físicos. Na Figura 4 observa-se através de numa representação gráfica, um processo evolutivo até à gestão de ativos.



**Figura 4** – Processo Evolutivo até à Gestão de Ativos (Cunha, 2014).

Segundo Machado (1996), os engenheiros industriais têm, geralmente, uma vocação especial para a gestão das empresas, pois conhecem e compreendem bem as necessidades da produção. Num mercado altamente concorrencial, a viabilidade das empresas passa pela sua competitividade. Esta depende de sistemas de gestão industrial racionais e flexíveis, que garantam os níveis de qualidade exigidos.

Mais do que desempenhar uma função, o engenheiro industrial é o agente de uma mudança cultural da empresa que toma consciência de que a sua competitividade passa pelo constante questionamento da racionalidade dos seus circuitos e processos, sejam eles departamentais, interdepartamentais, ou externos (a montante ou a jusante). É um colaborador que a empresa tem ao seu serviço, que transforma as oportunidades - que ela própria identifica, através de todos os seus elementos - em ações, através da coordenação e sistematização de soluções, cuja sinergia não se conseguiria de outro modo. O engenheiro industrial é um instrumento indispensável para que as decisões de gestão sejam refletidas na empresa de forma integrada (Garcez, 1989).

De acordo com Machado (1996), o papel fundamental deste engenheiro é hoje reconhecido por muitas empresas, o que em termos de mercado de trabalho é favorável. O engenheiro industrial começa, geralmente, por trabalhar numa das áreas da sua especialidade, mas como tudo está interligado, à medida que vai começando a adquirir mais conhecimentos, pode evoluir para cargos de direção.

De acordo com a Reliasoft Corporation (1992), existem três pontos-chaves para uma gestão de ativos de excelência. O primeiro é a liderança e a construção de equipas de alto desempenho que irão suportar toda a mudança. O segundo ponto-chave é o elo de ligação e a comunicação entre a estratégia corporativa e a estratégia da gestão de ativos, nos mais diversos níveis e partes interessadas. O terceiro ponto-chave está relacionado com a inovação, que engloba a aplicação de conceitos e metodologias da engenharia da fiabilidade para apoiar a gestão de ativos. Não existe uma gestão de ativos de sucesso, sem a aplicação da fiabilidade, dado que é necessário gerir os seus ativos físicos conhecendo o seu desempenho de fiabilidade ao longo do tempo de operação.

Existem aspetos fundamentais para a engenharia, tal como a importância da liderança, a sua coesão, os seus papéis e responsabilidades tais, como: desenvolver equipas de alto desempenho a fim de reduzir as barreiras departamentais e criar um ambiente propício à mudança; implementar melhorias no sistema de gestão de ativos atual de forma a maximizar valor, considerando as metas e a cultura organizacional; criar uma política de gestão de ativos, derivada do planeamento estratégico da empresa, e os seus desdobramentos até ao nível dos planos de ação e indicadores.

Segundo Assis (2012), os novos desafios que se colocam à engenharia, onde a perspetiva financeira dos investimentos e o controlo do desempenho da gestão de equipamentos tem a maior relevância, tais como:

- Selecionar diferentes políticas de manutenção na perspetiva dos custos e da disponibilidade;
- Calcular o risco de um acidente de trabalho ou de uma multa num projeto/contrato;
- Determinar e ajustar continuamente um calendário de inspeções em manutenção preditiva;
- Determinar e ajustar continuamente a periodicidade de manutenção preventiva;
- Determinar parâmetros de gestão económica de *stocks* e indicadores de desempenho;
- Decidir sobre manter ou não um sobressalente;
- Prever a procura de materiais durante períodos longos para efeitos de orçamentação de atividades;

- Selecionar a proposta mais económica (menor custo do ciclo de vida);
- Selecionar o método de amortização mais adequado a um novo equipamento;
- Elaborar projetos de melhorias de produtividade nas perspetivas de antes e depois de impostos;
- Analisar quando um equipamento, na perspetiva económica, deve ser substituído;
- Justificar a automação de um posto de trabalho ou a realização de uma grande reparação;
- Decidir sobre se manter ou não um ou mais rotáveis;
- Determinar o número adequado de componentes ou de equipamentos redundantes;
- Construir uma hierarquia de indicadores (KPI - *Key Performance Indicator*) para um equipamento;
- Prever a evolução temporal de indicadores de desempenho.

Para um engenheiro, o desenvolvimento sustentável é praticamente intrínseco à função uma vez que ele concebe, projeta, cria e inova em diversos segmentos, sempre com a visão de longo prazo. Enfim, para as indústrias e outras organizações que empregam engenheiros, o desenvolvimento sustentável é um objetivo fundamental a ser perseguido, tendo em vista as novas exigências do mercado global. Certamente a oportunidade para as organizações prosperarem são cada vez menores, isto é, se não levarem em conta os aspectos sustentáveis na sua organização, e nestes aspectos devem estar bem claras as questões sociais, ambientais e económicas, sendo que, cabe aos engenheiros interpretar as inovações e garantir a correta aplicação daquilo que tange suas áreas de atuação (Assis, 2012).



## 3 A Gestão de Ativos

### 3.1 Introdução

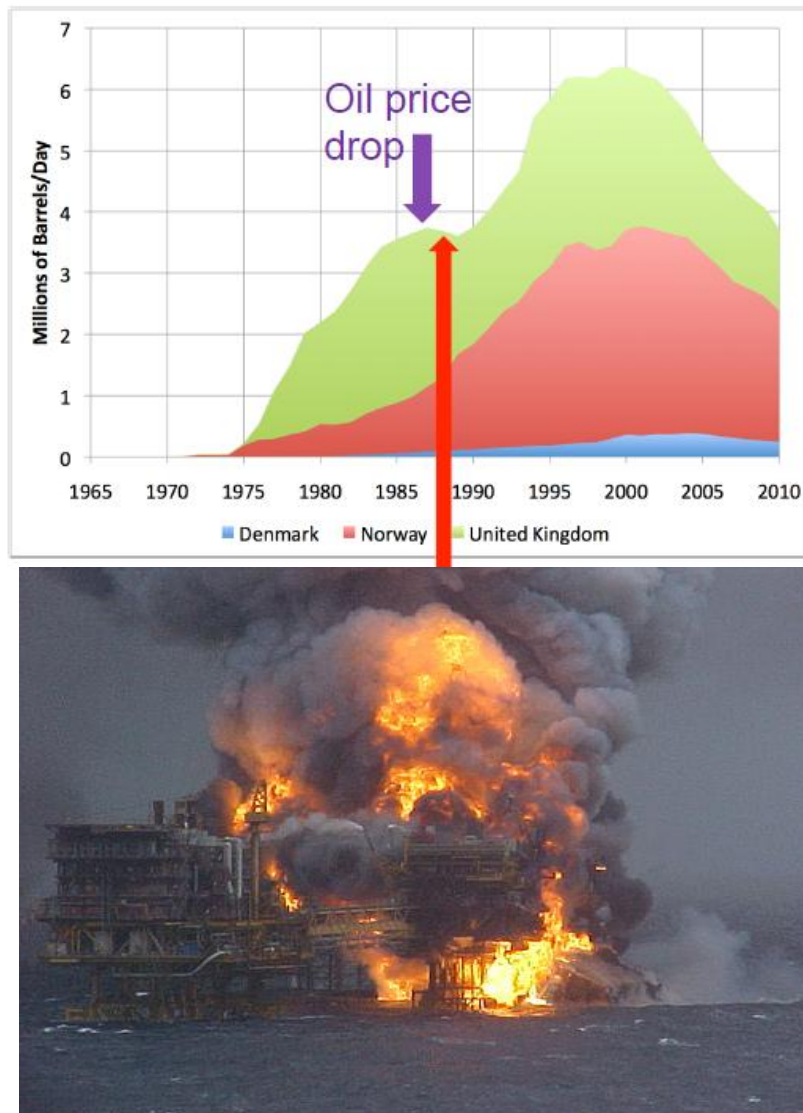
Do ponto de vista histórico, Woodhouse (2014) refere que se tiveram cerca de 150 anos de gestação para se chegar à gestão de ativos tal como hoje é conhecida, ou seja, de uma forma muito resumida:

- O Séc. XIX é o século da revolução industrial, da especialização das funções onde o engenheiro era também um homem de negócios, um comunicador e um líder;
- O Séc. XX com vastas melhorias na tecnologia e eficiência, do aumento da especialização, com conhecimentos mais estreitos e mais profundos;
- De 1970 em diante, o aparecimento dos chamados silos departamentais e do conflito de KPI's que geram ineficácia.

Segundo Woodhouse (2014), alguns dos primeiros marcos mais importantes no reino unido, foram:

- Em 1970 o ministério da indústria do reino unido criou a Comissão para a Terotecnologia (em Grego, 'terein' significa “cuidar de”), como sendo uma combinação de gestão, financeira, engenharia, construção e outras práticas aplicadas a ativos físicos em busca do custo económico do ciclo de vida. A prática de terotecnologia é um ciclo contínuo que começa com o projeto e seleção do ativo desejado, seguindo-se a sua instalação, comissionamento, operação e manutenção até à remoção do ativo e eliminação;
- Em 1975 a comissão para a terotecnologia publicou “Uma introdução à gestão recursos físicos”, ano em que também foi construído o primeiro *offshore* do reino unido para a produção de petróleo no mar do norte, seguido de uma primeira década com um massivo desenvolvimento na produção de petróleo;
- Em 1977 surgiu o primeiro guia de terotecnologia, BSI BS3843, sobre a gestão económica de ativos que sofreu a sua última atualização em 1992, pelo Instituto Britânico de Gestão do Grupo de Gestão de Ativos.

Contudo, o despertar ocorreu com a queda do preço do petróleo na década de 80 do século XX, e também com o acidente *Piper Alpha*, mais propriamente em 1988, no mar do norte, resultando em 167 mortes. A Figura 5 ilustra o acidente na plataforma *Piper Alfa* e as suas consequências na produção de petróleo.



**Figura 5** – Plataforma *Piper Alpha*, em 1988 (Woodhouse, 2014).

Segundo Woodhouse (2014), o acidente no *Piper Alpha* deu origem ao relatório *Cullen* com 106 recomendações. Em 1993, todas as recomendações foram substancialmente implementadas. Incluído objetivos baseados em estudos de segurança para cada instalação, levou à introdução do conceito ALARP - *As Low As Reasonably Practicable*, ou seja, tão baixo quanto possível associado a diretrizes para a adoção do controlo na redução do risco.

De acordo com Moraes (2013), nenhuma organização poderá admitir um risco elevado, contudo, já o risco médio pode ser aceite caso não haja condições práticas de o reduzir. Ou seja, o risco deve ser reduzido até que se esgotem todas as condições. No risco médio, cuja redução não seja factível, devem ser considerados como sendo inerentes ao negócio em questão, e devem ser permanentemente monitorizados para que os mesmos não venham a aumentar. Em resumo, ALARP é uma expressão utilizada para realizar uma análise custo x benefício para a implementação de medidas de controlo.

Ainda de acordo com o mesmo autor, deve avaliar-se o custo das medidas de redução dos riscos e a sua desproporcionalidade, em relação ao benefício a ser obtido, a partir da redução de risco. O ALARP parte do princípio de que o risco residual deve ser tão baixo quanto possível, em termos operacionais e de custos.

A Figura 6 tem representado o conceito ALARP com as suas regiões de diferentes riscos.



**Figura 6** – Gestão do Risco – Conceito ALARP (Boulder *et al.* 2009).

Surgiram entretanto outros marcos significativos, como resposta aos referidos acontecimentos, Woodhouse (2014) refere ainda que:

- Em 1994, a BP tem uma melhoria significativa do valor global do ciclo de vida dos seus ativos, ou seja, foram alcançados cerca de 20% no corte dos custos de produção e uma extensão de vida em cerca de quatro anos, adiando os custos de desmantelamento em 270 milhões de libras;
- Em 1995, a Shell define, para toda a empresa, uma política de gestão de ativos e estabelece planos de gestão para o ciclo de vida dos ativos.

Baseado num conjunto de ações corretivas similares às anteriormente referidas, estas deram origem aos seguintes resultados (Woodhouse, 2014):

- Forte redução, no final da década 90 do século passado, em acidentes com ferimentos na indústria *offshore*;
- Redução de acidentes superior a 75%, em 2001;
- Redução de 5 dólares/barril nos custos de produção de petróleo, em 2004.

De acordo com Woodhouse (2014), são identificados os seguintes facilitadores críticos sistémicos:

a) O fator humano

- Responsabilidades
- Liderança
- Competências
- Equipas multidisciplinares

b) A gestão do risco

- Ativos críticos e Registo do risco
- Estado dos ativos e Gestão da degradação
- Tomada de decisão baseada no risco

c) A gestão da informação

- Registo dos ativos - “uma fonte de verdade”
- Dados, informação e Sistema de gestão do conhecimento
- Trabalho e Planeamento dos recursos e Sistemas de gestão

A Figura 7 ilustra os grupos de facilitadores sistémicos.



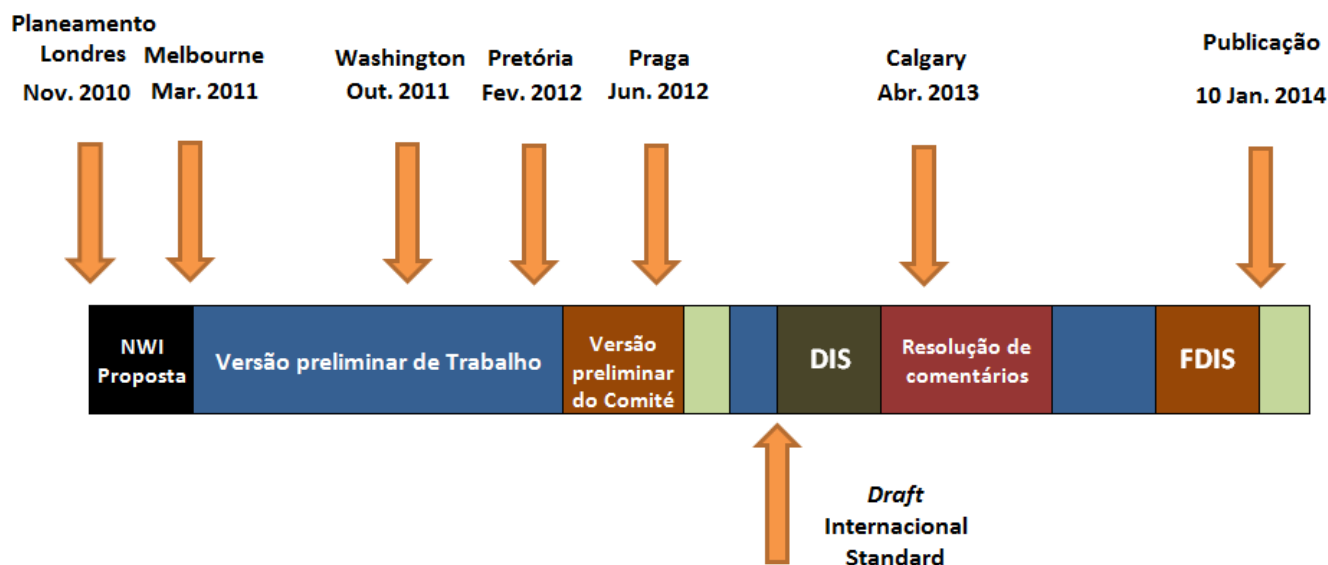
**Figura 7** – Facilitadores críticos sistémicos “Adaptação de referência (Woodhouse, 2014)”.



Woodwouse (2014) descreve ainda a ordem cronológica dos principais acontecimentos associados à indústria:

- 1994 – É fundado o IAM - *Institute of Asset Management*;
- 1995 a 1999 – Verifica-se rápido crescimento das privatizações dos serviços públicos no Reino Unido;
- 2000 – São estabelecidas plataformas empresariais para a gestão de ativos, com debate e adesão;
- 2002 – É iniciado o projeto para documentar as boas práticas para a gestão de ativos onde são envolvidas 25 organizações; sendo escolhido o modelo BSI PAS;
- 2004 – É publicada a IAM/PAS 55 “Gestão otimizada dos ativos físicos”;
  - Parte 1 - Requisitos da especificação;
  - Parte 2 - Guia de implementação.
- 2006 – É estabelecida a Escala de Maturidade e Desenvolvimento de Ferramentas de Avaliação;
- 2008 – Ocorre uma atualização importante: Internacionalização e expansão com o envolvimento de 50 Organizações de 15 Setores da Indústria de 10 Países e 1.300 sugestões;
- 2009 – Surge a versão Espanhola da BSI PAS 55;
- 2011 – Surge a versão Francesa, Alemã, Chinesa, Russa e Portuguesa da BSI PAS 55;
- 2011 – O comité ISO PC251 iniciou uma proposta baseada na BSI PAS 55-1/2 (2008) que teve a participação de 30 países e 14 observadores;
- 2012 – É questionada uma nova atualização da BSI PAS 55-1/2 (2008) ou formulação da ISO.

A Figura 8 dispõe da ordem cronológica do processo de desenvolvimento das ISO 55000/1/2 (2014).



**Figura 8** – Processos de desenvolvimento das ISO 55000/1/2 (2014), (Woodhouse, 2014).

Cada reunião teve a duração de cerca de 5 dias, culminado numa última reunião com 80 participantes.

### 3.2 Uma visão geral da gestão de ativos

Um ativo é um item, “coisa” ou entidade, que tem valor real ou potencial para uma organização. O valor deverá variar entre diferentes organizações e para as suas partes interessadas, podendo ser tangível ou intangível, financeiros ou não financeiros. O período compreendido entre a criação de um ativo e o fim da sua vida é designado pela vida de um ativo. A vida de um ativo poderá não necessariamente coincidir com o período em que uma determinada organização o tem á sua responsabilidade. Um ativo pode gerar um valor real ou potencial para uma organização ao longo da sua vida útil e o valor do ativo para uma organização pode mudar durante a sua vida. A organização pode optar por gerir os seus ativos como um grupo, e não individualmente. Tais agrupamentos de ativos podem ser por tipos de ativos, sistemas de ativos ou carteiras de ativos (BSI PAS 55-1/2, 2008).

De acordo com Davis (2015), existem outras características associadas ao ativo físico:

- O seu valor pode ser representado num balanço patrimonial da empresa;
- Podem ser listados num repositório de registos de ativos;
- O seu valor deprecia normalmente ao longo do tempo;
- A sua condição deteriora-se normalmente com o tempo e/ou utilização;
- Provavelmente irá beneficiar com uma boa gestão/utilização;

- Desempenha de algum modo, um papel ou tem uma função no fornecimento de um processo ou serviço;
- Muitas vezes existem lotes de itens semelhantes no mundo, e nesse sentido pode beneficiar de semelhante gestão.

A gestão de topo, os colaboradores de uma organização e as respetivas partes interessadas devem implementar um planeamento, atividades de controlo (por exemplo, políticas, processos ou ações de monitorização) e o controlo de atividades para explorar oportunidades e reduzir os riscos a um nível aceitável (BSI PAS 55-1/2, 2008).

A gestão de ativos envolve o equilíbrio de custos, riscos e oportunidades de encontro ao desempenho desejado nos ativos, e de forma a atingir os objetivos organizacionais. O equilíbrio poderá ser considerado ao longo de diferentes períodos de tempo. A gestão de ativos permite à organização examinar as necessidades de desempenho de ativos ou sistemas de ativos em diferentes níveis. Além disso, também permite a aplicação de abordagens analíticas em relação à gestão do ativo físico durante as diferentes fases do seu ciclo de vida (BSI PAS 55-1/2, 2008).

De acordo com Davis (2015), a gestão de ativos pode também ser considerada como:

- Um reconhecimento de que os ativos têm um ciclo de vida;
- Uma abordagem que procura obter o melhor a partir dos ativos para o benefício da organização e/ou das suas partes interessadas;
- Trata-se de compreender os ativos e gerir os seus riscos associados;
- Uma abordagem, dentro de uma organização, que procura alinhar o trabalho, que é realizado diretamente sobre os ativos com os objetivos da organização.

### **3.3 Uma visão geral do sistema de gestão ativos**

De acordo com a BSI PAS 55-1/2 (2008), o sistema de gestão de ativos é um conjunto de elementos em interação e interrelacionados de uma organização, cuja função é estabelecer a política e objetivos de gestão de ativos, e também os processos necessários para atingir esses objetivos. Neste contexto, os elementos do sistema de gestão de ativos devem ser observados como um conjunto de ferramentas, incluindo políticas, planos, processos de negócio e sistemas de informações, que são integrados para dar garantia de que as atividades de gestão são estabelecidas.

Para Assis (2015), a gestão de ativos é maximizar o valor dos serviços prestados à comunidade, atingindo os seus objetivos através da correta gestão de ativos físicos ao longo do seu ciclo de vida.

Por exemplo, refere que os princípios para a gestão de ativos são:

- A racionalidade económica traduzida na rentabilidade dos investimentos;
- A ética institucional e ambiental;
- A segurança para utilizadores e comunidade;
- O crescimento sustentado;
- O planeamento a longo prazo;
- O cumprimento de obrigações legais e contabilísticas;
- A avaliação do risco de decisões;
- A satisfação de clientes, colaboradores, fornecedores e acionistas.

A gestão de ativos requer informações precisas provenientes dos mesmos, mas um sistema de gestão de ativos será muito mais abrangente do que um sistema de gestão de informação. A gestão de ativos interage com muitas funções numa organização. Os ativos em si podem suportar mais do que uma função e mais do que uma unidade funcional dentro da organização. O sistema de gestão de ativos fornece um modo para coordenar as contribuições de uma interação entre essas unidades funcionais dentro da organização (BSI PAS 55-1/2, 2008).

O plano de gestão de ativos pode permitir a uma organização, a criação de um *link*, se for necessário, entre o seu sistema de gestão de ativos, descrito nas normas ISO 55000 (2014), ISO 55001 (2014), ISO 55002 (2014), e numa variedade de requisitos de gestão de ativos técnicos e específicos. Estes integram-se em normas, tanto dentro como fora do ambiente ISO, e a nível internacional, regional ou em níveis nacionais de normalização. Essas normas fornecem informações sobre estratégias e táticas, bem como o projeto específico, construção, material ou requisitos de processo (BS ISO 55000, 2014).

O estabelecimento de um sistema de gestão de ativos é uma decisão estratégica importante para uma organização. A ISO 55001 especifica os requisitos de um sistema de gestão de ativos, mas não especifica o projeto do sistema. A ISO 55002 (2014) fornece orientações sobre o projeto e operação de um sistema de gestão de ativos (BS ISO 55000, 2014).

### 3.4 Os benefícios de um sistema de gestão de ativos

De acordo com a BSI PAS 55-1/2 (2008), um sistema de gestão de ativos fornece uma abordagem estruturada para o desenvolvimento, coordenação e controlo de atividades realizadas em ativos pela organização ao longo das diferentes fases do ciclo de vida dos ativos, alinhando essas atividades com os seus objetivos organizacionais que se consideram:

a) A criação de um sistema de gestão de ativos proporciona os seus próprios benefícios, o processo de implementação de um sistema de gestão de ativos pode exigir muito tempo, esforço e custo. No entanto, a organização não necessita de esperar até que todo o sistema esteja totalmente operacional para começar a acumular efeitos benéficos. Os benefícios ou ganhos imediatos, em áreas como a redução do risco, a identificação de oportunidades ou a melhoria de processos, podem ser identificados no início da aplicação, e podem ser explorados para demonstrar retornos e obter um maior apoio dos *stakeholders*. Assim:

- A gestão de ativos é intensa em dados e em novas ferramentas, e também em processos que são muitas vezes necessários para recolher, juntar, gerir, analisar e utilizar os dados dos ativos. A criação e utilização dessas ferramentas pode estimular e melhorar o conhecimento organizacional e a tomada de decisão;
- O processo de criação de um sistema de gestão de ativos traz novas perspetivas para a organização e novas ideias sobre a criação de valor, a partir da utilização dos ativos. Estas novas perspetivas também podem estimular melhorias nas outras funções organizacionais, tais como, compras, financeira, recursos humanos, e tecnologia da informação;
- A criação de um sistema de gestão de ativos é geralmente transversal e baseada nas considerações do ciclo de vida, fornecendo um ponto focal para abordar as questões de integração funcional da organização e planeamento do ciclo de vida dos ativos.

b) Benefícios da gestão de topo a partir de novos conhecimentos e integração funcional. Um sistema de gestão de ativos pode ajudar na obtenção de uma melhor compreensão dos ativos, do seu desempenho, dos riscos associados à gestão de ativos, das necessidades de investimento e do valor patrimonial, com um contributo para a decisão e planeamento estratégico organizacional. Tais como:

- A gestão de topo deve reconhecer a necessidade de melhorar a comunicação e interação entre as diferentes funções. Um sistema de gestão de ativos suporta

inerentemente essa interação. Ele garante que os ativos são geridos de forma integrada e de valor patrimonial melhorado;

- Um sistema de gestão de ativos oferece um suporte a longo prazo e uma abordagem sustentável para a tomada de decisão;
- Um sistema de gestão de ativos constitui um quadro ideal para a identificação, compreensão e integração das muitas normas técnicas, códigos, diretrizes e melhores práticas que afetam os ativos da organização, e apoiará a implementação da gestão de ativos.

c) Benefícios na função financeira a partir de melhores dados e articulações. A integração do Plano Estratégico da Gestão de Ativos Organizacional com planos financeiros de longo prazo pode permitir o equilíbrio das necessidades financeiras de curto prazo com as necessidades dos planos de atividades de médio prazo e com planos de muito longo prazo que muitos ativos assim o exigem. Tais como:

- Uma informação financeira robusta, baseada em processos integrados entre a gestão de ativos e as funções financeiras, sendo um importante benefício para o sistema de gestão de ativos;
- A articulação da informação da gestão de ativos com a informação financeira é uma importante contribuição do sistema de gestão de ativos para a função financeira. Esta interação ajuda a melhorar a avaliação da situação e dos requisitos de financiamento da organização em relação aos seus ativos;
- Os processos de tomada de decisão da organização baseada no risco podem tornar-se mais eficazes, abordando os ativos em conjunto e através do equilíbrio no desempenho, custos e riscos;
- Uma eficaz taxonomia, que pode ser uma característica do sistema de gestão de ativos, poderá permitir uma visão técnica e financeira integrada dos ativos e do sistema de ativos.

d) Muitas partes da organização beneficiam a partir do sistema de gestão de ativos. Um sistema de gestão de ativos toca em muitas partes da organização:

- A função dos recursos humanos pode trabalhar em conjunto com o seu sistema de gestão de ativos no desenvolvimento de modelos de competências, programas de formação e processos de *coaching* e orientação pedagógica. Estes desenvolvimentos beneficiam ambas as funções;

- Alguns dados dos ativos são provenientes do sistema de controlo, que normalmente são isolados do restante sistema de informação. A integração de dados através do sistema de gestão de ativos pode fornecer nova informação do ativo, levando a uma melhor tomada de decisão organizacional;
- Comunicando com os colaboradores, fornecedores, prestadores de serviços contratados sobre o sistema de gestão de ativos, pode resultar em melhorias da qualidade na informação sobre os ativos, também irá aumentar a consciencialização entre as pessoas, dentro e fora da organização, do seu papel na tomada de decisão na gestão de ativos e no valor das atividades que estão a desenvolver;
- O sistema de gestão de ativos pode estimular a criatividade e a inovação, apoiando as pessoas que compreendem a importância da gestão de ativos e motivar o trabalho no sentido de alcançar os objetivos da gestão de ativos.

De acordo com Davis (2015), a gestão de ativos é importante porque pode ajudar as organizações a:

- Reduzir os custos totais de exploração dos ativos;
- Reduzir os custos de capital de investimento base dos ativos;
- Melhorar o desempenho operacional dos ativos (reduzir as taxas de falhas, aumentar disponibilidade, etc.);
- Reduzir o potencial impacto sobre os riscos de segurança decorrentes da operação dos ativos;
- Minimizar o impacto ambiental decorrente da operação dos ativos;
- Manter e a melhorar a reputação da organização;
- Melhorar o desempenho regulamentar da organização;
- Reduzir os riscos legais associados à operação dos ativos.

Segundo Davis (2015), a chave para uma boa gestão de ativos é otimizar os benefícios acima descritos, ou seja, significa que a gestão de ativos os toma em conta e determina a melhor combinação das atividades, por forma a atingir o melhor equilíbrio para todos esses itens e para o benefício da organização. A gestão de ativos é explicitamente focada na ajuda das organizações em alcançar os seus objetivos definidos, e para determinar a combinação ideal das atividades com base nesses objetivos.

### 3.5 Os fundamentos do sistema de gestão de ativos

De acordo com a BSI PAS 55-1/2 (2008), a gestão de ativos é baseada num conjunto de fundamentos, tais como:

- **Valor:** os ativos existem para gerar valor para a organização assim como para as suas partes interessadas. A gestão de ativos não foca o próprio ativo, mas o valor que o ativo pode gerar para a organização. O valor (que pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não financeiro) vai ser determinado pela organização e pelos seus *stakeholders*, e também de acordo com os objetivos da organização.

- **Alinhamento:** a gestão de ativos converte os objetivos organizacionais em decisões técnicas e financeiras, planos e atividades. As decisões da gestão de ativos (técnicas, financeiras e operacionais) permitem, coletivamente, o cumprimento dos objetivos organizacionais.

E inclui:

- A implementação de um programa baseado no risco que é determinado pela informação, atividades e processos planeados baseados na tomada de decisão que transformam os objetivos da organização num plano de gestão de ativos;
  - A integração da gestão de ativos com os processos funcionais de gestão da organização, tais como a área financeira, recursos humanos, sistemas de informação, logística e operações;
  - A especificação, planeamento e implementação de um sistema de gestão de ativos de suporte ou de apoio.
- **Garantia:** de acordo com a BSI PAS 55-1/2 (2008), a gestão de ativos dá garantias de que os ativos irão cumprir o seu propósito necessário. A necessidade de garantia surge a partir da necessidade de gerir uma organização com eficácia. A garantia é aplicável aos ativos, à gestão de ativos.

Isto inclui:

- Desenvolvimento e implementação de processos que unem o propósito e o desempenho necessário dos ativos aos objetivos organizacionais;
- Implementação de processos de garantia de capacidade/recursos em todas as fases do ciclo de vida;
- Processos de monitorização e melhoria contínua;



- Fornecer os recursos necessários e pessoal competente para a demonstração da fiabilidade, mediante a realização de atividades de gestão de ativos e operações de gestão de ativos.

O impacto do sistema de gestão de ativos em toda a organização, incluindo as partes interessadas e os prestadores de serviços externos, permite utilizar, ligar ou integrar muitas das atividades e funções da organização, que de outra forma seria gerido ou operado isoladamente. O processo para o estabelecimento do sistema de gestão de ativos requer uma completa compreensão de cada um dos seus elementos e das políticas, planos e procedimentos que os integram. Os requisitos do sistema gestão ativos estão descritos na Norma ISO 55001 e são agrupados de uma forma que é consistente com os fundamentos da gestão de ativos (ISO 55001, 2014).

#### **- Contexto da Organização**

Ao estabelecer ou rever o seu sistema de gestão de ativos, uma organização deve ter em conta o seu contexto interno e externo. O contexto externo inclui o contexto social, cultural, económico, ambiente físico, bem como as restrições regulamentares, financeiras e outros. O contexto interno inclui a cultura organizacional e ambiente, bem como a missão, visão e valores da organização.

As preocupações e expetativas são também parte do contexto da organização. A influência dos *stakeholders* é fundamental para o estabelecimento de regras para a consistente tomada de decisão e também contribuir para a definição dos objetivos organizacionais, o que por sua vez, influencia a criação e o âmbito do sistema de gestão de ativos.

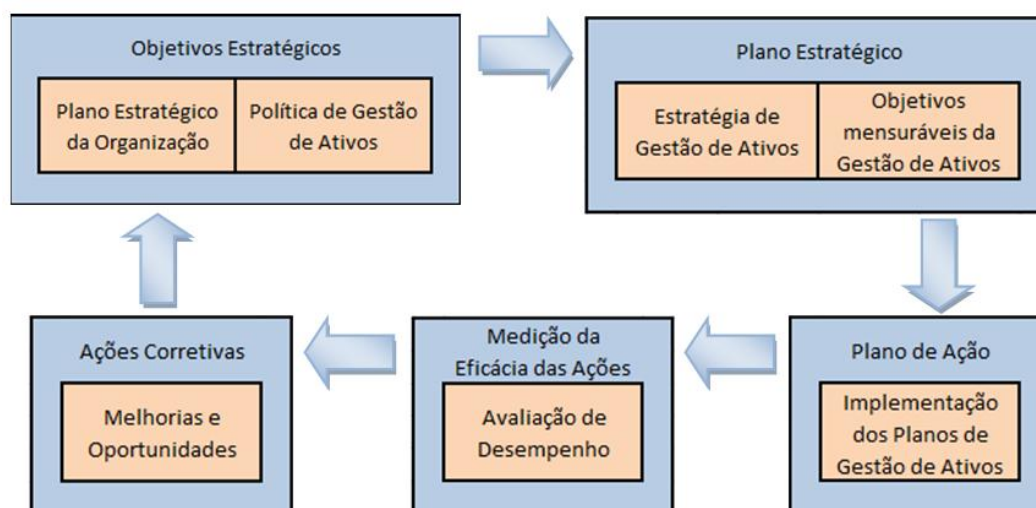
#### **- Liderança**

A gestão de topo é responsável pelo desenvolvimento da política e objetivos da gestão de ativos e do alinhamento com os objetivos organizacionais. Os líderes, em todos os níveis, da organização estão envolvidos no planeamento, na implementação e na operação do sistema de gestão de ativos. A gestão de topo deve criar a visão e os valores que orientam a política, a prática e promover ativamente esses valores, dentro e fora da organização. A gestão de topo também define as responsabilidades, objetivos da gestão e estratégias que criam o ambiente para o sistema de gestão de ativos. Os líderes devem conduzir a sua autoridade para apoiar o sistema de gestão de ativos e devem garantir o seu alinhamento com outros sistemas de gestão, dentro das organizações por meio de um planeamento adequado. A gestão de topo e os

líderes, em todos os níveis, são responsáveis por garantir que os recursos são adequados e estão posicionados corretamente para apoiar o sistema de gestão de ativos. Esses recursos incluem um financiamento apropriado e adequado, recursos humanos competentes, e um suporte de tecnologia da informação. Os líderes devem reconhecer e resolver conflitos entre a cultura interna da organização e o desempenho do seu sistema de gestão ativos. A gestão de topo e os líderes, em todos os níveis, são responsáveis pela comunicação dos objetivos da gestão de ativos da organização e da sua importância para todos os colaboradores, clientes, fornecedores, prestadores de serviços e outras partes interessadas.

### - Planejamento

Os objetivos organizacionais fornecem o contexto global e a direção para a organização das atividades, incluindo as de gestão de ativos. Os objetivos organizacionais são geralmente produzidos a partir das atividades do planejamento de nível estratégico organizacional, e estão documentados num plano organizacional. Os princípios pelos quais a organização pretende aplicar a gestão de ativos para atingir os seus objetivos organizacionais, devem ser estabelecidos numa política de gestão de ativos. A abordagem para a implementação destes princípios devem ser implementados num plano de gestão de ativos estratégicos da organização. Na Figura 9 está representado um modelo simplificado de um sistema de gestão de ativos.



**Figura 9** – Sistema de gestão ativos (Cunha, 2014).

O plano de gestão de ativos estratégicos da organização deve ser utilizado para orientar na definição dos seus objetivos de gestão de ativos, e para descrever o papel do sistema de gestão de ativos no cumprimento desses objetivos. Isto inclui as estruturas, as funções e as

responsabilidades necessárias para estabelecer o sistema de gestão de ativos, e para efetivamente o operar. O suporte dos *stakeholders*, a gestão de riscos e a melhoria contínua, são questões importantes a serem abordadas no estabelecimento e funcionamento do sistema de gestão de ativos. O plano de gestão de ativos estratégicos da organização, pode ter um prazo que se estende além do próprio cronograma de planejamento dos negócios da organização, exigindo ao sistema de gestão de ativos que aborde todo o ciclo de vida dos ativos. A organização deve também utilizar o seu plano de gestão de ativos estratégicos para orientar o seu sistema de gestão de ativos no desenvolvimento dos seus planos de gestão de ativos, ou seja, no estabelecimento daquilo que deverá ser feito. O próprio plano de gestão de ativos deverá definir as atividades a serem realizadas nos ativos e deverá ter objetivos específicos e mensuráveis, por exemplo, prazos e os recursos a serem utilizados. Estes objetivos, podem proporcionar a oportunidade para um alinhamento dos planos operacionais com o plano organizacional e com quaisquer planos de negócios de nível unitário.

Alinhar os objetivos de gestão de ativos com os objetivos organizacionais, bem como a ligação dos relatórios dos ativos aos relatórios financeiros, pode melhorar a eficácia e a eficiência da organização. A vinculação dos relatórios dos ativos aos relatórios financeiros também pode melhorar e esclarecer a avaliação da situação financeira e das necessidades de financiamento da organização a longo prazo.

#### **- Suporte**

O sistema de gestão de ativos exigirá a colaboração entre as diversas partes da organização. Esta colaboração envolve, muitas vezes, a partilha de recursos. A coordenação desses recursos, a sua aplicação, e a sua verificação podem melhorar a sua utilização, e deverão ser objetivos do sistema de gestão de ativos. Deve também promover a consciencialização dos objetivos de gestão de ativos em toda a organização. Este deve especificar os requisitos da competência para os colaboradores envolvidos na gestão de ativos.

A implementação, manutenção, avaliação e melhoria destas competências, normalmente requer uma estreita cooperação com a gestão de recursos humanos da organização. Estes dois sistemas devem apoiar-se mutuamente.

#### **- Operação**

O sistema de gestão de ativos da organização pode habilitar o direcionamento, a execução e o controlo das suas atividades de gestão de ativos, incluindo o *outsourcing*.

As políticas funcionais, as normas técnicas, os planos e os processos para a implementação dos planos de gestão de ativos, devem ser realimentados para o projeto e operação do sistema de gestão de ativos.

O funcionamento do sistema de gestão de ativos pode, por vezes, exigir mudanças planeadas nos procedimentos e processos de gestão de ativos, assim como podem também introduzir novos riscos. A avaliação de risco e controlo no âmbito da gestão da mudança são aspetos importantes para o funcionamento do sistema de gestão de ativos.

Quando uma organização faz *outsourcing* em parte das suas atividades da gestão de ativos, o controlo dessas atividades não deve ser eliminado por parte do sistema de gestão de ativos da organização. Nas situações onde as atividades de interação são de *outsourcing* para diferentes prestadores de serviços, deverão ser reforçadas as responsabilidades e a complexidade do controlo.

#### **- Avaliação de desempenho**

A organização deve avaliar o desempenho dos seus ativos, a sua gestão de ativos e o seu sistema de gestão de ativos. As medidas de desempenho pode ser direta ou indireta, financeira ou não financeira.

A avaliação do desempenho dos ativos é frequentemente indireta e complexa. A gestão eficaz de dados a partir dos ativos, e a transformação desses dados para produzir informações, será fundamental para medir o desempenho dos ativos. A monitorização, a análise e a avaliação desta informação deverá ser um processo contínuo. As avaliações de desempenho dos ativos devem ser realizadas nos ativos geridos diretamente pela organização e também sobre os ativos sujeitos a *outsourcing*. O desempenho da gestão de ativos deve ser avaliado em função dos objetivos alcançados da gestão de ativos, e se não forem alcançados, deverá saber-se o motivo pelo qual tal não aconteceu.

Se for caso disso, deverão ser examinadas e compreendidas todas as razões que levaram ao não cumprimento desse objetivo. A adequação dos processos de tomada de decisão deverá ser examinada com cuidado. O desempenho do sistema de gestão de ativos deve ser avaliado contra quaisquer objetivos definidos especificamente para o próprio sistema (ou quando foi estabelecido, ou na sequência de avaliações anteriores). O objetivo principal para que o sistema seja avaliado deverá consistir em determinar se é eficaz e eficiente no apoio à gestão de ativos da organização. Para o efeito, devem ser utilizadas auditorias periódicas para avaliar o desempenho do sistema de gestão de ativos. As auditorias podem ser complementadas com

autoavaliações. O resultado das avaliações de desempenho deve ser utilizado como fator para a revisão da gestão.

#### **- Melhoria**

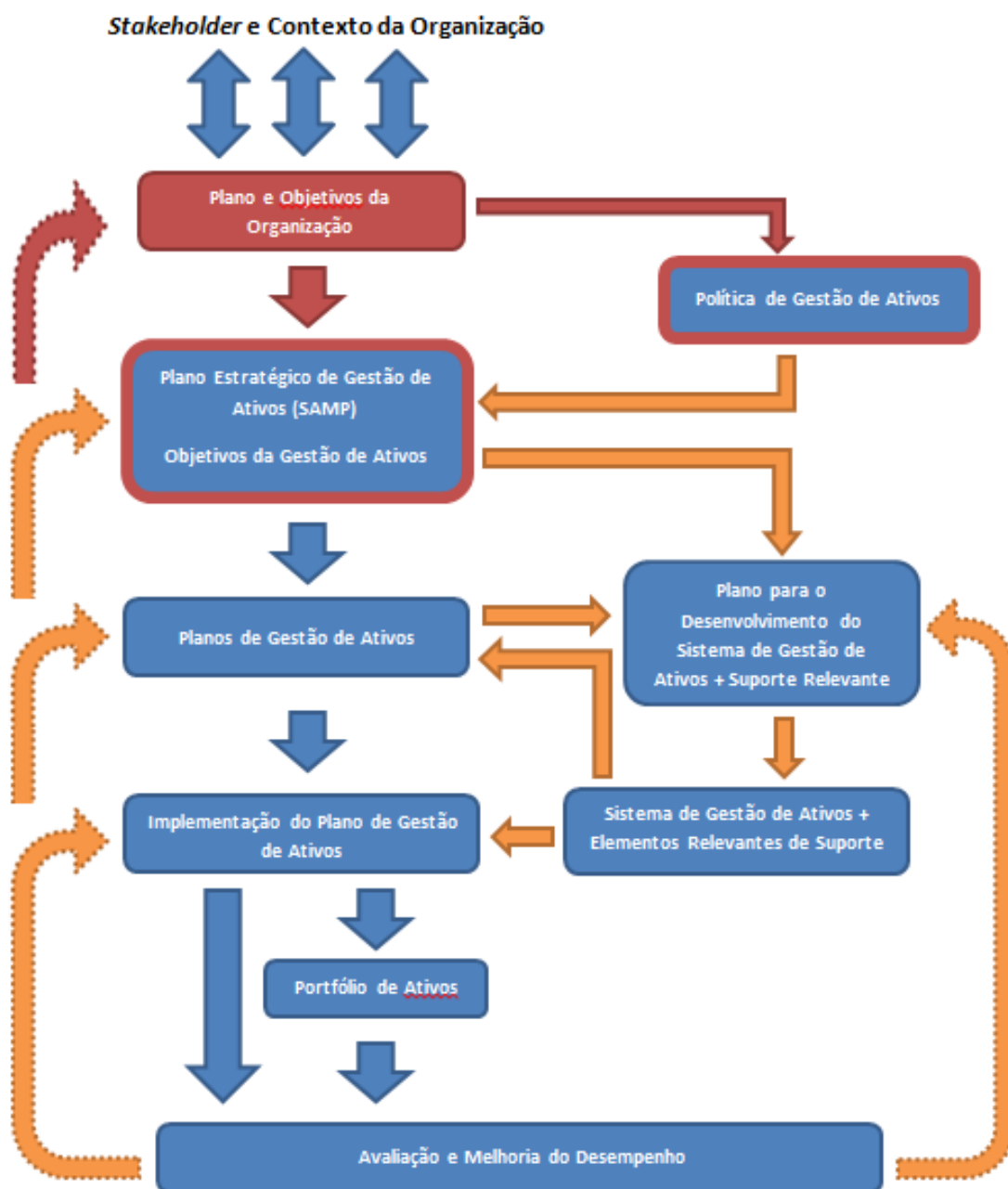
É provável que um sistema de gestão de ativos de uma organização seja complexo, e esteja em constante evolução, para atender ao seu contexto e objetivos organizacionais, assim como também, a sua carteira de ativos que poderá estar em permanente mudança.

A melhoria contínua é um conceito que é aplicável aos ativos, às atividades de gestão de ativos e ao sistema de gestão de ativos, incluindo atividades ou processos que estão em *outsourcing*. As oportunidades de melhoria podem ser determinadas diretamente a partir da monitorização do desempenho do sistema de gestão de ativos e a partir da monitorização do desempenho dos ativos.

As não conformidades, ou potenciais não conformidades do sistema de gestão de ativos podem ser também identificadas através de análise à gestão e auditorias internas ou externas. As não conformidades exigem ações corretivas, e as potenciais não conformidades exigem uma ação preventiva.

Com uma particular importância, os incidentes relacionados com ativos, ou situações de emergência, e para que haja uma resposta no planeamento de emergência e um planeamento na continuidade dos negócios para os riscos identificados, estes devem ser abordados pelo sistema de gestão de ativos. Todos esses incidentes, incluindo os eventos imprevistos, devem ser investigados e avaliados no sentido de se observarem se todas as melhorias são necessárias para o sistema de gestão de ativos, e para evitar a sua recorrência e também atenuar os seus efeitos.

A Figura 10 representa a relação entre os elementos chave de um sistema de gestão de ativos. As melhorias devem ter o risco avaliado antes de serem implementadas.



**Figura 10** – Relação entre os elementos chave de um sistema de gestão de ativos “Adaptação de referência (BSI PAS 55-1/2, 2008)”.

### 3.6 Atividades e áreas relevantes na gestão de ativos

De acordo com Davis (2015), o IAM identificou uma gama de áreas que justificam ainda mais o seu desenvolvimento e o seu foco. Nem todas as organizações vão exigir a excelência para cada uma dessas áreas. No entanto, estas listas são muito úteis para a orientação da gestão de ativos da organização e esta deve, pelo menos, considerar o nível de competência

mais apropriado. Sempre que necessário, as competências e conhecimentos podem ser desenvolvidos nas áreas consideradas fundamentais para a obtenção de um bom resultado.

Existem diferentes áreas relevantes que estão sujeitas à gestão de ativos, e são abordadas por diversas publicações internacionais, regionais ou normas nacionais que incluem, mas não limitam a:

- Gestão de dados;
- Monitorização da condição;
- Gestão do risco;
- Gestão da qualidade;
- Gestão ambiental;
- Engenharia de sistemas e de *software*;
- Custo do ciclo de vida;
- Confiabilidade (disponibilidade, fiabilidade, manutibilidade, suporte de manutenção);
- Gestão da configuração;
- Terotecnologia;
- Desenvolvimento sustentável;
- Inspeção;
- Testes não destrutivos;
- Equipamentos pressurizados;
- Gestão financeira;
- Gestão do valor;
- Impactos e vibrações;
- Acústica;
- Qualificação e avaliação de pessoal;
- Gestão de projeto;
- Propriedade e administração de imóveis;
- Gestão de instalações;
- Gestão de equipamentos;
- Processos de comissionamento;
- Gestão da energia.

O IAM refere que os utilizadores das normas ISO 55000 (2014), 55001 (2014) e 55002 (2014) devem referir-se a estas normas sempre que possível, para assegurar a prestação consistente da gestão de ativos em toda a organização.

Segundo o GFMAM - *Global Forum on Maintenance and Asset Management* GFMAM (2011), considera os seguintes conceitos como fundamentais na Gestão de Ativos são:

**a) Estratégia e Planeamento de Gestão de Ativos**

- Política de gestão de ativos;
- Estratégia de gestão de ativos;
- Análise das necessidades e procura;
- Planeamento estratégico;
- Planos de gestão de ativos.

**b) Tomada de Decisão na Gestão de Ativos**

- Tomada de decisão em investimentos de capital;
- Tomada de decisão nas operações e manutenção;
- Otimização do custo do ciclo de vida e valor;
- Otimização e estratégia de recursos;
- Otimização e estratégia de paragens e indisponibilidade;
- Estratégia de envelhecimento dos ativos.

**c) Atividades de Disponibilização do Ciclo de Vida**

- Legislação e normas técnicas;
- Criação e aquisição de ativos;
- Engenharia de sistemas;
- Fornecimento de manutenção;
- Análise de causa e efeito e engenharia de fiabilidade;
- Operações de ativos;
- Gestão de recursos;
- Paragens/gestão da indisponibilidade;
- Resposta a incidentes;
- Racionalização e eliminação de ativos.

**d) Ativadores do conhecimento sobre ativos**

- Estratégia de informações sobre recursos;
- Normas de ativos;
- Sistemas de informação de ativos;



- Dados e conhecimento de ativos;
- Ativadores da organização e pessoas;
- Contrato e gestão de fornecedores;
- Liderança de gestão de ativos;
- Estrutura organizacional, cultura, funções e responsabilidades;
- Competência e comportamento.

**e) Risco e Revisão**

- Criticidade, avaliação e gestão de riscos;
- Planos de contingência e análise de resiliência;
- Desenvolvimento sustentável;
- Tempo e mudanças climáticas;
- Sistemas de performance e monitoração dos parâmetros de degradação dos ativos;
- Gestão do sistema de alterações dos ativos;
- Revisão da gestão, auditoria e fiabilidade;
- Práticas contábeis;
- Relacionamento com *stakeholders*.



## **4 Da BSI PAS 55-1/2 à normalização da gestão de ativos**

### **4.1 A BSI PAS 55-1/2**

#### **4.1.1. A origem da BSI PAS 55-1/2**

O desenvolvimento das iniciais BSI PAS 55-1/2 foi levado pelo IAM - *Institute of Asset Management* em colaboração com o BSI - *British Standards Institute*. As especificações e diretrizes foram desenvolvidas pela primeira vez em 2004, em resposta à necessidade de um padrão comum para a gestão de ativos. Os documentos foram revistos e atualizados em 2008. Esta avaliação envolveu 49 organizações de 15 setores da indústria em 10 países. A BSI PAS 55-1/2 (2008) tem sido amplamente adotada em todo o mundo, com grande sucesso, como uma ferramenta para a integração e melhorar as práticas empresariais, aumentando o desempenho e assegurando uma maior coerência e transparência. As especificações e orientações da BSI PAS 55-1/2 (2008) fornecem uma abordagem compreensível e um padrão para a gestão de ativos físicos. Esta, por sua vez, fornece aos profissionais da gestão de ativos as ferramentas do sistema de forma a serem capazes de explicar a estratégia da gestão de ativos da sua organização, a todos os níveis, e também fornece aos acionistas e gestores um quadro compreensível para gestão de ativos (Robertson, 2015).

#### **4.1.2. O que é a BSI PAS 55-1/2**

Ainda de acordo Robertson (2015), em 2004, a BSI, em colaboração com o IAM, lançaram a BSI PAS 55-1/2 (parte 1 e 2), sendo considerada a primeira especificação internacionalmente reconhecida para a gestão de ativos. A parte 1 é uma especificação para a gestão otimizada dos ativos de infraestruturas físicas e a parte 2 são orientações para a sua aplicação. A BSI PAS 55-1/2 (2008) fornece orientações sobre como construir um sistema de gestão de ativos que irá dar suporte à gestão ótima dos ativos físicos. Significativamente, a

BSI PAS 55-1/2 (2008) também sugere que ela possa fornecer orientações e recomendações sobre o que fazer, embora não prescreva soluções obrigatórias sobre como fazê-lo.

Segundo o Robertson (2015), esta abordagem reforça que a partir da execução dos planos de gestão de ativos, deverá ascender a uma quantidade considerável de trabalho que exige um investimento substancial de recursos, a partir dos especialistas das organizações. O ponto culminante deste esforço será sustentável, único e gratificante para todos os envolvidos. A gestão de ativos físicos está indissoluvelmente ligada à gestão de outros tipos de ativos, onde esses estão envolvidos dentro do sistema de gestão de ativos, na medida em que têm um impacto direto sobre a gestão de ativos físicos. Por exemplo, a gestão do ciclo de vida ótima de ativos físicos é fortemente dependente da informação e do conhecimento, dos ativos humanos e dos recursos financeiros, e muitas vezes têm um impacto significativo na reputação e satisfação do cliente. Com a aplicação da BSI PAS 55-1/2 (2008), foi possível ajudar a organização a demonstrar um alto nível de profissionalismo na gestão do ciclo de vida dos seus ativos físicos.

A introdução da BSI PAS 55-1/2 (2008) foi principalmente instrumental, ou seja, em estabelecer os seguintes conceitos como pilares da eficiente e eficaz gestão de ativos (Floyd *et al.*, 1992):

- Linha de Visão – o conceito de que deve haver alinhamento direto dos objetivos estratégicos da organização, para as ações tomadas na gestão do património;
- Gestão do Ciclo de Vida – o conceito de que os ativos devem ser geridos em todo o seu ciclo de vida, de forma otimizada, no sentido de alcançar os objetivos da organização.

Ainda de acordo com Floyd *et al.* (1992), embora a certificação seja necessária em algumas organizações, os benefícios da BSI PAS 55-1/2 (2008) puderam ser concretizados sem a necessidade da formalização da certificação. Por conseguinte, para a maioria das organizações, foi recomendado a utilização da BSI PAS 55-1/2 (2008) como base para a avaliação comparativa dos seus sistemas de gestão de ativos, e a procura do alinhamento do seu sistema de gestão de ativos com os seus requisitos. A formalização da certificação não foi necessária para a maioria dos casos.

A BSI PAS 55-1/2 (2008), descreve a gestão de ativos como “atividades e práticas sistemáticas coordenadas, através do qual uma organização, de forma otimizada e sustentável, gere os seus ativos e sistema de ativos, o seu desempenho associados, os riscos e custos ao longo do seu ciclo de vida com o objetivo de alcançar o seu plano estratégico organizacional, tal como figura na *British Standards Institution*, 2010”.

## 4.2 O conceito gestão de ativos

A gestão sobre todo o ciclo de vida do ativo verdadeiramente otimizada inclui exposições ao risco e atributos no desempenho, considerando a vida económica do ativo como o resultado de um processo de otimização, dependendo do projeto, utilização, manutenção, obsolescência entre outros fatores (Wooldridge *et al.*, 2008).

De um modo genérico, para Davis (2015), a gestão de ativos:

- Não trata apenas de manutenção. A manutenção faz parte da gestão de ativos, mas também o projeto, a aquisição, a instalação, o comissionamento, a operação, etc., ou seja o ciclo de vida do ativo;
- Não é um substituto para a gestão da qualidade. A gestão de ativos, assim como outro tipo de gestão de processos, deve ser sujeita ao escrutínio, através de um processo de qualidade para garantir rigor;
- Não é um sistema de gestão de projetos;
- Não é apenas para ser abordada por colaboradores engenheiros. Todos os que trabalham numa organização, que é detentora ou opera ativos, devem estar motivados/sensibilizados, ou seja, inclui todos aqueles que trabalham nas compras, finanças, recursos humanos, serviços, planeamento, operações, administração, liderança, marketing e vendas;
  - Não é apenas um exercício de contabilidade. Embora pode ajudar a entender a degradação, e portanto, a depreciação de um ativo, é de interesse para todas as partes interessadas da organização;
  - Não é um tema puramente académico. Embora seja um assunto digno para uma revisão académica e de um avanço principalmente pragmático.

## 4.3 O plano estratégico organizacional

De acordo com a BSI PAS 55-1 (2008), o plano estratégico organizacional é um plano global de longo prazo para a organização, que é derivado e incorpora, a sua visão, a missão, os valores, as políticas de negócios, os requisitos dos *stakeholders*, os objetivos e a gestão dos seus riscos.

A implementação efetiva da gestão de ativos exige uma abordagem disciplinada, que possibilita à organização maximizar valores e fornecer os objetivos estratégicos, através da gestão dos seus ativos em todo o seu ciclo de vida. Inclui a determinação dos ativos adequados a criar ou adquirir, em primeiro lugar, a melhor forma de operar e de os manter, bem como a adoção da substituição ótima, desativação e /ou opções de eliminação (BSI PAS 55-1, 2008).

Os principais benefícios da otimização da gestão do ciclo de vida, sem nenhuma ordem em particular, são os seguintes (BSI PAS 55-1, 2008):

- Aumentar a satisfação do cliente a partir de um melhor desempenho e controlo do produto ou prestação de serviços, de acordo com as normas exigidas;
- Melhorar a segurança e o desempenho ambiental;
- Otimizar o retorno sobre o investimento e/ou crescimento;
- Planear a longo prazo, confiança e sustentabilidade do desempenho;
- Ter capacidade de demonstrar a valorização do investimento, dentro de um regime de financiamento limitado;
- Evidenciar, sob a forma de processos controlados e sistemáticos, para demonstração da conformidade legal, regulamentar e oficial;
- Melhorar a gestão de risco, a gestão empresarial e um claro trilha de auditoria, para uma adequação das decisões adotadas e seus riscos associados;
- Melhorar a reputação corporativa, dos benefícios aos quais podem gerar valor reforçado pelo acionista, a melhoria da comercialização do produto/serviço, uma maior satisfação pessoal e aquisição mais eficiente e eficaz da cadeia de fornecimento;
- Ter a capacidade de demonstrar que o desenvolvimento sustentável está ativamente considerado no âmbito da gestão dos ativos sobre os seus ciclos de vida.

Tais benefícios são mais frequentemente associados com a aplicação de uma série de princípios chave e atributos na conceção e implementação do sistema de gestão de ativos (BSI PAS 55-1, 2008).

#### **4.4 A dimensão integrada da gestão de ativos**

De acordo com a BSI PAS 55-1 (2008), a gestão de ativos é uma visão holística e que pode unir as diferentes partes de uma organização, em conjunto na prossecução de objetivos estratégicos comuns.

Estes podem ser explicados como se segue (BSI PAS 55-1, 2008):

- **Holístico:** por análise para a globalidade do quadro, verificaram-se implicações combinadas de gestão em todos os seus aspetos (tal inclui a combinação de diferentes tipos de ativos, as interdependências funcionais e as contribuições dos ativos dentro dos sistemas de ativos, as diferentes fases do ciclo de vida dos ativos e atividades correspondentes), em vez de uma abordagem compartimentada;
- **Sistemático:** é uma abordagem metódica, que promove decisões e ações consistentes, repetíveis e auditáveis;
- **Sistémico:** consideraram-se os ativos no seu contexto de sistema de ativos e otimiza-se o valor dos sistemas de ativos (incluindo o desempenho sustentável, custos e riscos), em vez de se otimizarem os ativos em termos individuais e isolados;
- **Baseado no risco:** centrado nos recursos e no estabelecimento de prioridades, adequados aos riscos identificados e aos custos/benefícios associados;
- **Ótimo:** estabelecimento de melhor valor de compromisso entre os fatores concorrentes, bem como do desempenho, do custo e do risco associados aos ativos, e ao longo dos seus ciclos de vida;
- **Sustentável:** consideração das consequências a longo prazo das atividades de curto prazo, para assegurar que a oferta é adequada, e feita para os requisitos e obrigações futuras (como a sustentabilidade económica e ambiental, o desempenho do sistema, a responsabilidade social e outros objetivos a longo prazo);
- **Integrado:** reconhecimento de que as interdependências e efeitos combinados são vitais para o sucesso. Tal requer uma combinação dos atributos acima referidos, coordenados para atingirem uma abordagem conjunta e do valor líquido.

A Figura 11 relaciona estes princípios fundamentais e os atributos da gestão de ativos de sucesso.



**Figura 11** – Princípios, atributos da concepção e implementação da gestão de ativos  
“Adaptação de referência (Gordon, 1998)”.

Os seguintes elementos, observados pela BSI PAS 55-1 (2008), são também considerados essenciais para o sucesso da implementação destes princípios:

- Uma estrutura organizacional que facilita a implementação dos mesmos com direção e liderança clara;
- Conscientização do pessoal, competência, compromisso e coordenação interfuncional;
- Informação adequada e conhecimento da condição dos ativos, do desempenho, dos riscos e custos, e das inter-relações entre estes.

## 4.5 Os tipos de ativos

De acordo com a BSI PAS 55-1/2 (2008), os ativos físicos representam apenas uma das 5 grandes categorias de tipos de ativos que têm de ser geridos de uma forma holística a fim de se obter o plano estratégico organizacional. As outras categorias de ativos são as seguintes:

- Humanos (conhecimento, competências, responsabilidades, experiência);
- De informação (registos, desenhos, contratos, licenças, documentos legais e regulamentares, políticas, normas, instruções de trabalho, procedimentos, dados em formato digital, informação de desempenho financeiro, informação empresarial da organização e clientes);
- Financeiros (lucro, capital financeiro, ações, fundo de manuseio, dívidas);



- Intangíveis (a reputação, a moral, intelectual, o impacto social, imagem, relações externas e o património da marca).

O âmbito da BSI PAS 55-1 (2008), foca principalmente a gestão de ativos físicos e os sistemas de ativos. A gestão de ativos físicos e os sistemas de ativos estão indissoluvelmente ligados a outras categorias de ativos. No entanto, dentro desta BSI PAS 55-1 (2008), as outras categorias são apenas referidas quando têm um impacto direto sobre a gestão otimizada dos ativos físicos. Essas interdependências críticas estão ilustradas na Figura 12, que mostra o alcance da BSI PAS 55-1 (2008) em relação às outras categorias de ativos. Embora os fatores humanos, como a liderança, motivação e cultura não sejam diretamente abordados no âmbito desta especificação, estes são fundamentais para o êxito da realização sustentável e otimizada da gestão de ativos, pelo que, requerem a sua devida consideração. Este âmbito é aplicável aos proprietários das organizações, gestores, colaboradores, funcionários, contratados e fornecedores.



**Figura 12** – Foco e contexto de negócio da BSI PAS 55 em relação às outras categorias de ativos “Adaptação de referência (BSI PAS 55-1, 2008)”.

## **4.6 A necessidade de um sistema de gestão de recursos**

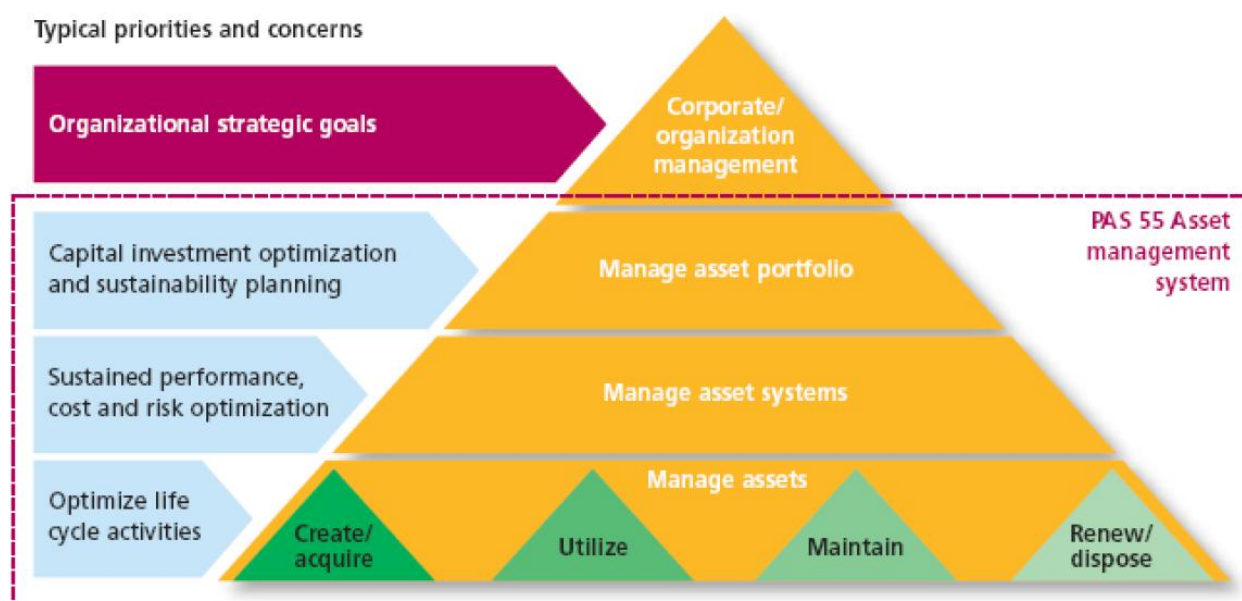
De acordo com a BSI PAS 55-1 (2008), esta destina-se especificamente a cobrir a gestão do ciclo de vida dos ativos e, em particular, os bens que são fundamentais para o propósito de uma organização, bem como as redes de serviços públicos, centrais elétricas, sistemas ferroviários ou rodoviários, instalações de petróleo e gás, manufatura e processo, edifícios e aeroportos.

Um sistema de gestão de ativos é, portanto, vital para as organizações que dependem da função e desempenho dos seus ativos físicos no fornecimento dos seus serviços ou produtos, e onde o sucesso de uma organização é significativamente influenciada pela administração dos seus ativos.

Ainda de acordo com a BSI PAS 55-1 (2008), existem fatores inerentemente conflitantes para gerir, tais como: o curto prazo versus benefícios de longo prazo; os encargos versus níveis de desempenho, planeamento e disponibilidade não planeada; ou os investimentos contra gastos operacionais. Existem diferentes níveis em que os ativos podem ser identificados e geridos que vão desde itens de equipamentos discretos até componentes para sistemas complexos funcionais, redes ou outros.

Esta hierarquia traz desafios e oportunidades em diferentes níveis. Por exemplo, os itens de equipamentos discretos podem ter um ciclo de vida individual identificável que pode ser otimizado, enquanto os sistemas de ativos podem ter horizontes indefinidos e exigências de utilização. As considerações de sustentabilidade devem, portanto, ser parte do processo da tomada de decisão otimizada. A grande organização, pode ter também uma carteira diversificada de sistemas ativos, cada um contribuindo com as metas globais da organização, mas com diferentes programações de oportunidades de investimento, riscos e desafios no desempenho. Um sistema integrado de gestão de ativos é, portanto, essencial para coordenar e otimizar a diversidade e complexidade dos ativos, em linha com os objetivos da organização, prioridades e perfil de risco escolhido.

O foco da gestão de ativos tende a diferir nos vários níveis de integração de ativos da organização. A Figura 13 ilustra exemplos de prioridades que possam ser evidentes para os diferentes níveis de integração de ativos e gestão.



**Figura 13** – Níveis da gestão de ativos (BSI PAS 55-1, 2008).

A BSI PAS 55-1 (2008), não define os objetivos estratégicos, define sim o veículo para o alinhamento desses objetivos.

#### 4.7 A estrutura de um sistema de gestão de ativos

De acordo com a BSI PAS 55-1 (2008), muitas organizações identificam os ativos como unidades de equipamento, enquanto outras utilizam o termo para descrever sistemas funcionais ou unidades de negócio, mesmo integrados. Não importa em que nível uma unidade do ativo é identificada, desde que:

- Os objetivos da organização e prioridades estratégicas sejam refletidas diretamente nos planos de gestão de ativos;
- O custo do ciclo de vida do ativo, o risco e o desempenho sejam considerados e otimizados;
- As agregações de ativos (por meio de sistemas integrados de ativos) e contribuições de valor (como parte do portfólio da organização) sejam geridas de forma coordenada e coerente;
- Todas as partes da organização compreendem e utilizam a mesma terminologia em relação aos ativos, aos seus componentes e aos seus agrupamentos de sistemas de ativos ou agregações.

Tal como explicado na BSI PAS 55-1 (2008), esta hierarquia traz desafios e oportunidades em níveis diferentes. Por exemplo, os itens de equipamentos discretos podem ter ciclos de vida individuais identificáveis que podem ser otimizados, considerando que os sistemas ativos podem ter um horizonte indefinido. Um sistema integrado de gestão de ativos é, portanto, essencial para coordenar e otimizar a diversidade e a complexidade dos ativos em conformidade com os objetivos e prioridades da organização.

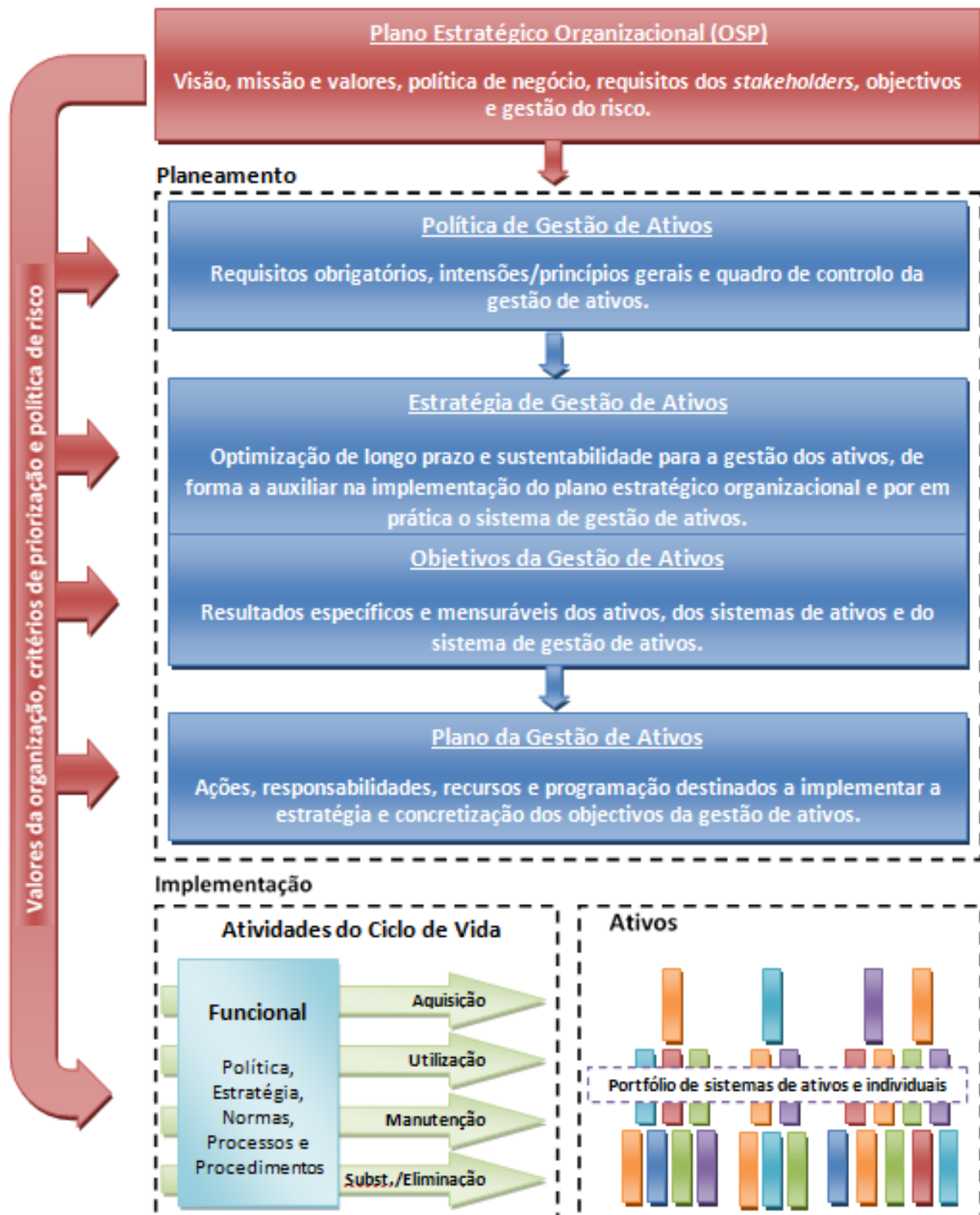
De acordo com a BSI PAS 55-2 (2008), cada vez mais, as partes interessadas (tais como clientes, o público, reguladores e acionistas) procuram a garantia no sistema de gestão de ativos, na entrega da segurança, na continuidade de serviço e no desempenho financeiro. As organizações estão cada vez mais sensíveis ao impacto da opinião pública adversa, pois tal incorre numa publicidade negativa ao seu negócio, quando os ativos ou sistemas ativos falharem. Portanto, para a maioria das organizações, estabelecer, implementar e manter um sistema formal de gestão de ativos, é cada vez mais uma necessidade e não uma opção, onde a BSI PAS 55-1/2 (2008) facilitou nesse processo.

Os elementos operacionais (a Figura 14 ilustra esses elementos típicos) e os processos do sistema de gestão de ativos devem ser desenvolvidos para permitir essa ligação, integração, otimização de todo o valor e melhoria contínua.

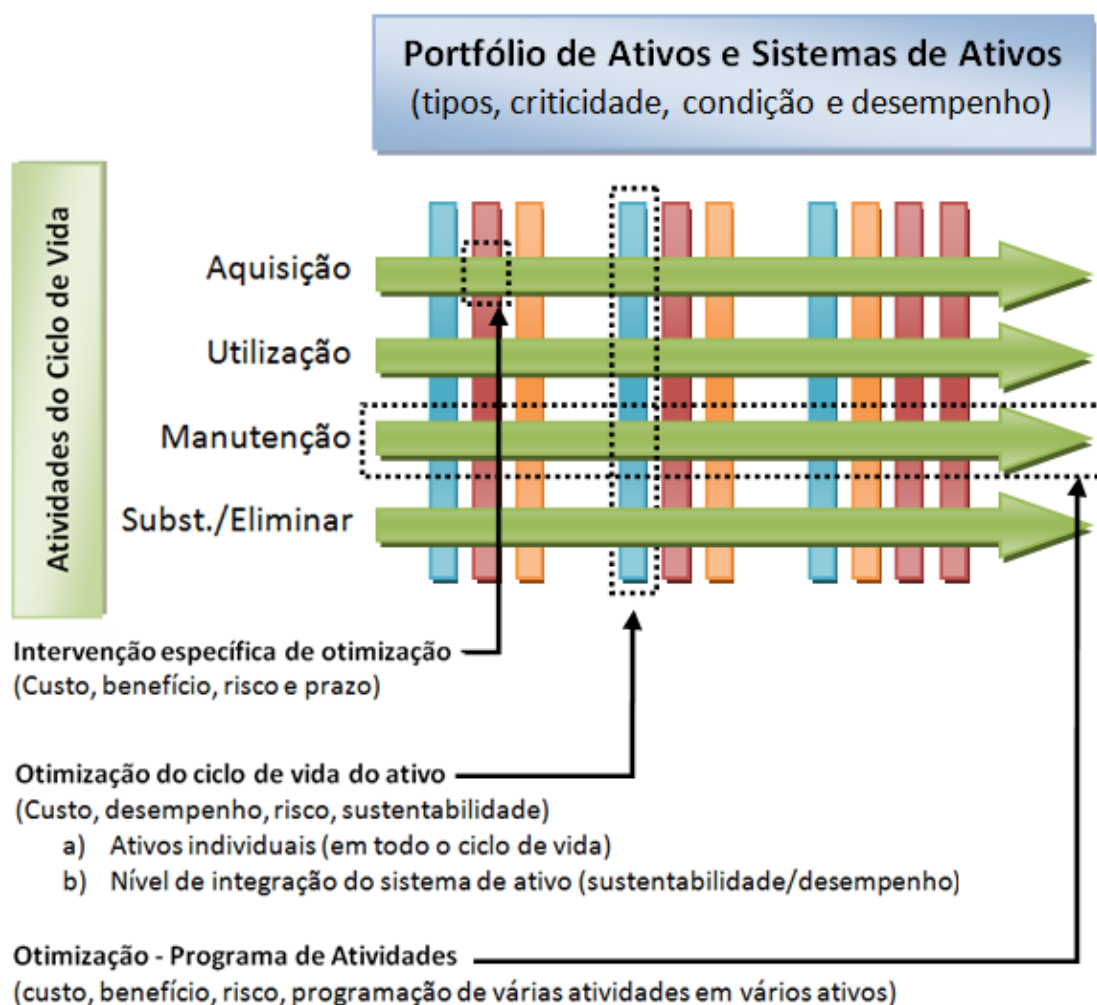


**Figura 14** – Hierarquia dos sistemas de ativos “Adaptação de referência (Woodhouse, 2014)”.

As Figuras 15 e 16 ilustram os elementos mais importantes para a planificação e implementação de um sistema de gestão de ativos e o seu alinhamento com o plano estratégico organizacional.



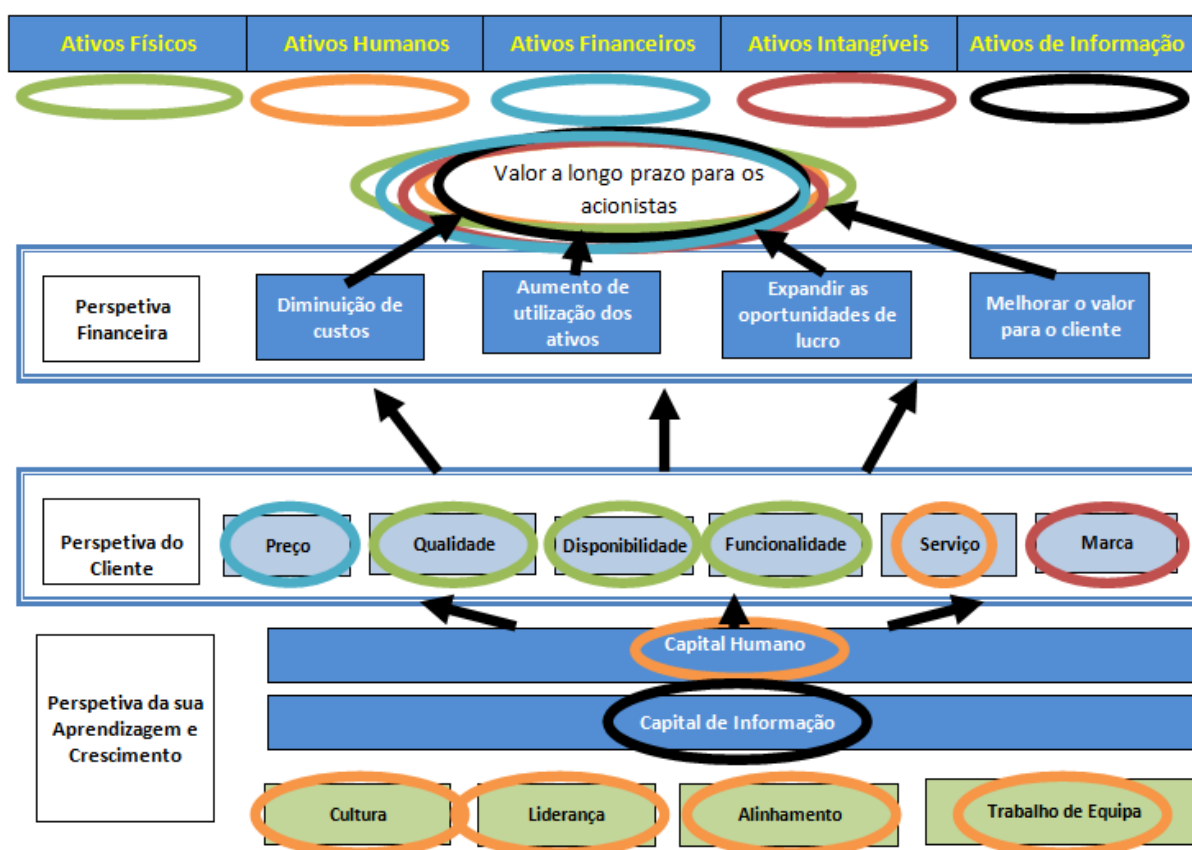
**Figura 15** – Elementos típicos de um sistema de gestão de ativos “Adaptação de referência (Woodhouse, 2014)”.



**Figura 16** – Gestão otimizada dos ativos no seu ciclo de vida “Adaptação de referencia (BSI PAS 55-2, 2008)”.

Os mapas estratégicos permitem às organizações descrever a relação entre os ativos intangíveis e a criação de valor. Kaplan e Norton (2001) publicaram uma visão que permite observar uma forma de converter os ativos intangíveis em resultados tangíveis. O mapa estratégico é um diagrama que descreve o modo como uma organização cria valor, ligada aos objetivos estratégicos com as relações causa efeito explícitas, utilizando-o para integrar as quatro perspectivas do *Balanced Scorecard*: nas perspectivas financeiras, do cliente, de crescimento e aprendizagem. Ao se analisar o mapa estratégico da Figura 17 observa-se que o foco na gestão integral de ativos físicos está perfeitamente alinhado com as referidas perspectivas de gestão.





**Figura 17** – Mapa Estratégico de Gestão baseada no Valor “Adaptação de referencia (Kaplan e Norton, 2014)”.

## 4.8 Os benefícios da implementação da BSI PAS 55

De acordo com Robertson, (2015), a BSI PAS 55-1/2 (2008) ofereceu os seguintes benefícios:

- Uma abordagem normalizada e consistente, que também oferece um nível de continuidade à prestação de serviços da gestão de ativos ao longo do ciclo de vida do projeto;
- Uma definição clara de gestão de ativos que pode ser entendida em todos os níveis e por todas as equipas;
- Um quadro PDCA robusto que promove uma cultura empresarial de melhoria contínua;
- Uma aceitação ampla como uma especificação mundial para organizações que buscam demonstrar um alto nível de profissionalismo na gestão de seus ativos físicos;
- Elevada expectativa de progressão para uma norma internacional ISO;

- O plano de gestão de ativos é baseado numa fonte de referência respeitável e sustentável, que pode ser usado como uma referência de base para manter o sistema de gestão de ativos em continuidade e sustentabilidade;
- A possibilidade de conduzir à acreditação;
- O quadro da gestão de ativos pode ser integrado com planos estratégicos existentes na organização e sistemas de gestão de suporte, por exemplo, segurança, qualidade, meio ambiente, etc.;
- Uma flexibilidade para mudar os planos estratégicos durante, e para além, da duração do contrato.

## **4.9 Estrutura, autoridade e responsabilidade na gestão de ativos**

De acordo com a BSI PAS 55-1 (2008), a organização deve estabelecer e manter uma estrutura organizacional de funções, responsabilidades e autoridades, em consonância com a realização da sua política de gestão de ativos, estratégia, objetivos e planos. Esses papéis, responsabilidades e autoridade devem ser definidas, documentadas e comunicadas para os responsáveis. A gestão de topo deve fornecer evidência do seu comprometimento com o desenvolvimento e implementação do sistema de gestão de ativos e da melhoria contínua da sua eficácia, tendo em conta a:

- Nomeação de um membro da gestão de topo que, independentemente de outras responsabilidades, deve ser responsável pela conceção global, manutenção, documentação, revisão e melhoria do sistema de gestão de ativos da organização;
- Nomeação de membro(s) de gestão, cuja responsabilidade é garantir que os ativos e os sistemas de ativos proporcionam os requisitos da política de gestão de ativos, estratégia, objetivos e planos e que têm a autoridade para alcançar este objetivo;
- Identificação e monitorização dos requisitos e expectativas dos *stakeholders* da organização e garantir a correspondente ação oportuna, na medida em que estes têm implicações para a gestão dos seus ativos da organização;
- Certeza de que a política e estratégia da gestão de ativos são consistentes com o plano estratégico organizacional;
- Consideração do impacto negativo em que: a política de gestão de ativos; a estratégia de gestão de ativos; os objetivos de gestão de ativos e os planos de gestão de ativos, podem ter sobre outros aspetos da organização;



- Garantia de assegurar a viabilidade da política, da estratégia, dos objetivos e dos planos de gestão de ativos;
- Garantia de que os riscos patrimoniais são identificados, avaliados e controlados, e são incluídos no quadro de gestão de risco global da organização;
- Certeza de que a disponibilidade de recursos seja suficiente;
- Comunicação a todos os interessados da importância do cumprimento dos requisitos do sistema de gestão de ativos, a fim de alcançar o seu plano estratégico organizacional.

#### **4.10 Processo e metodologia da gestão de riscos**

De acordo com a BSI PAS 55-1 (2008), a gestão de riscos é parte integrante de todos os processos de gestão de ativos. No entanto, há uma necessidade específica de se dispor de processos para identificar e controlar riscos, ligados a mecanismos de controlo para monitorizar, mitigar ou registar. É uma exigência legal em que a segurança dos colaboradores, de terceiros e do público em geral, é gerida de acordo com uma norma adequada. A organização deve estabelecer, implementar e manter um processo documentado e/ou procedimentos para a constante identificação e avaliação dos riscos relacionados com a gestão do património, bem como a identificação e implementação de medidas de controlo que são necessárias ao longo do ciclo de vida dos seus ativos. O principal objetivo da gestão de riscos é o de compreender a causa, o efeito e a dos eventos adversos que podem ocorrer, e também para gerir da melhor forma os riscos para um nível aceitável, conseguido do seguinte modo:

- Identificar os potenciais riscos associados aos ativos, e estimar os níveis de risco associados, com base no controlo de riscos existentes ou propostas;
- Determinar se esses riscos são toleráveis;
- Determinar a necessidade de uma análise mais aprofundada, verificar se os riscos são ou não são toleráveis.

Segundo a BSI PAS 55-1 (2008), a metodologia da organização para a gestão de riscos deve:

- Ser proporcional ao nível de risco em causa;
- Ser definida relativamente ao seu âmbito, natureza e assegurar que ela seja proactiva em vez de reativa;
- Incluir, se necessário, a variação da avaliação de riscos ou a forma como esta pode variar ao longo do tempo e da utilização;

- Prever a classificação de riscos e a identificação autorizada desses riscos, que devem ser evitados, eliminados ou controlados por objetivos e planos de gestão de ativos;
- Ser consistente com a experiência operacional da organização e da capacidade das medidas de controlo de risco empregues;
- Dispor sobre o acompanhamento das ações necessárias para garantir a eficácia e a oportunidade da sua execução.

De acordo com a BSI PAS 55-1/2 (2008), a identificação e avaliação dos riscos deve ter em conta a probabilidade de eventos credíveis e das suas consequências, que devem incluir, no mínimo:

- Os riscos de falhas físicas, tais como falha funcional, dano por incidente, danos maliciosos ou ação terrorista;
- Riscos operacionais, incluindo o controlo do ativo, fatores humanos e todas as outras atividades que afetam o seu desempenho, condição ou segurança;
- Eventos naturais ambientais (tempestade, inundações, etc., incluindo os efeitos prováveis das alterações climáticas);
- Fatores fora do controle da organização, tais como falhas de material e de serviços fornecidos externamente;
- Riscos das partes interessadas, tais como insuficiência para atender aos requisitos de desempenho de regulação ou de riscos para a reputação da organização;
- Riscos associados às diferentes fases do ciclo de vida de ativos.

O risco é definido, conforme documento normativo DNP - Documento Normativo Português ISO Guide 73:2009, como o produto da probabilidade de ocorrência de uma falha pela consequência desse acontecimento indesejável. Segundo a BSI PAS 55-2 (2008), a identificação dos riscos e das necessidades de avaliação, levam à consideração de ambos estes dois fatores. A complexidade de modelagem do risco e do controlo devem ser proporcionais à natureza e magnitude dos riscos a serem geridos. É importante que a avaliação de riscos seja aplicada de forma coerente e consistente em toda a organização. Desejavelmente, a avaliação de riscos deve basear-se numa abordagem e metodologia com uma escala comum calibrada para a sua quantificação. Ainda segundo esta especificação, existem diferentes setores de atividades técnicas para identificar, quantificar e gerir riscos patrimoniais, com diferentes níveis de complexidade.

**Identificação de riscos (BSI PAS 55-2, 2008):**

- Analise SWOT - *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças);
- Análise HAZOP - *Hazard and Operability Study* (Riscos e Estudos de Operação);
- Análise BPEST – *Business, political, economic, social and technological analysis* (Negócio, político, económico, social e tecnológico);
- PESTLE - *Political, Economic, Sociological, Technological, Legal, Environmental* (político, económico, social, técnico, jurídico, ambiental);
- *Workshops* para análise de riscos;
- Indústria de *benchmarking*;
- Investigação de incidentes;
- Auditoria e inspeção.

**Análise do risco (BSI PAS 55-2, 2008):**

- Análise de ameaças;
- Análise do Modo de Efeito de Falhas (FMEA - *Failure Mode and Effects Analysis*);
- Análise da Criticidade e Modo de Efeito de Falhas (FMECA - *Failure Modes, Effects and Criticality Analysis*);
- Análise da Causa Raiz (RCA - *Root Cause Analysis*);
- Análise da Árvore de Eventos (ETA - *Event Tree Analysis*);
- Análise da Árvore de Falhas (FTA - *Fault Tree Analysis*);
- Declínio, dependência ou modelagem do desempenho do sistema.

**Seleção dos Controlos (BSI PAS 55-2, 2008):**

- Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM - *Reliability-centered Maintenance*);
- Inspeção Baseada no Risco (RBI - *Risk-based inspection*);
- Instrumento Função de Proteção (IPF - *Instrument Protective Function*).

De acordo com a BSI PAS 55-2 (2008), estas listas não são exaustivas, pelo que as organizações devem considerar a adoção de combinações de técnicas, como adequadas às situações críticas de ativos e diversidade de tipos de risco. Além destes métodos e técnicas, há uma variedade de ferramentas de apoio à decisão. Em particular, há uma série de

metodologias de fiabilidade e baseadas no risco para determinar as estratégias de inspeção e manutenção adequadas, otimização de custos e riscos de tais estratégias.

As organizações devem ter em consideração as suas necessidades individuais, incluindo a natureza e escala dos seus negócios, a disponibilidade de informações e execução prática para a adoção dos métodos e técnicas apropriadas. Algumas técnicas exigem formação significativa e compromisso contínuo de recursos, por forma a serem implementados de forma eficaz.

### **Etapas do processo de gestão de riscos**

Os requisitos da metodologia da BSI PAS 55-1 (2008), foram, em grande medida, garantidos passo a passo, e adotada uma abordagem sistemática para a gestão de riscos dos ativos, do seguinte modo:

- Classificar os ativos e definir o âmbito da gestão de riscos: preparar uma lista de sistemas ativos e seus ativos que o compõem, recolher informação, incluindo as atividades de gestão e controlo que afetam o desempenho dos ativos; definir o alcance e os limites das avaliações de risco de ativos individuais;
- Identificar os riscos credíveis: criar uma tabela de eventos potenciais e suas causas;
- Identificar os controlos de risco existentes (ou estão propostos para ativos e atividades planeadas);
- Determinar o nível de risco: estimar a probabilidade e as consequências para cada evento com potencial, assumindo que os controlos planeados ou já existentes estão adequados. A eficácia de quaisquer controlos de risco existentes, e a probabilidade e consequências da sua falha, também devem ser considerados;
- Determinar a tolerabilidade dos riscos: decidir se o planeamento (se houver) é suficiente para manter os riscos controlados e a cumprir todas as exigências legais, estatutárias e outras de gestão de ativos.

Portanto, a gestão de riscos dos ativos físicos deve incluir a possibilidade de riscos em todo o ciclo de vida do ativo. Por exemplo, o processo associado ao projeto deve incluir a identificação e gestão de riscos para toda a vida do ativo, tendo em conta as condições de funcionamento e a criticidade da utilização de ativos (BSI PAS 55-2, 2008).

### **A criticidade dos ativos**

De acordo com a BSI PAS 55-2 (2008), o conceito de criticidade do ativo é uma manifestação particular da gestão de riscos - este é o reconhecimento de que os ativos e os sistemas ativos têm diferentes importâncias (valor), ou representam diferentes vulnerabilidades para a organização. A criticidade geralmente inclui, mas não se limita, a riscos de falha ou ausência de desempenho. A criticidade também pode considerar o valor do capital ativo, o desempenho ou a eficiência, a flexibilidade, e outras características que refletem os objetivos e valores da organização. As características dos ativos correspondentes devem ser avaliadas e ponderadas ou escaladas, de forma consistente, para determinar a importância dos ativos para fins de prioridade na gestão dos mesmos. Alguns ativos de baixo valor material, ou contribuição empresarial indireta, ainda podem ter o potencial de causar grande impacto em caso de falha (por exemplo, válvulas de segurança de alívio). Devem ser tomados alguns cuidados na definição e determinação da criticidade dos ativos que inclui elementos de risco. Algumas organizações referem-se a criticidade apenas em termos das potenciais consequências de falha dos ativos ou dos sistemas ativos; estes podem ser adequados para dar prioridade a reparações ou ações corretivas devido a falhas que já ocorreram, mas os verdadeiros riscos devem ser normalmente utilizados dentro de situações críticas dos ativos, para efeitos da gestão do planeamento dos ativos (e gestão de riscos). Em alguns casos, os riscos representam uma probabilidade muito baixa, de eventos com grandes consequências (como os principais riscos de segurança). Para esses casos deve ser considerado um grau de "desproporcionalidade" para aumentar artificialmente a criticidade, em reconhecimento das maiores incertezas associadas a essas estimativas de risco.

## **4.11 O plano de gestão de ativos e o ciclo de vida**

De acordo com a BSI PAS 55-2 (2008), a organização deve estabelecer, implementar e manter o processo e/ou o procedimento para a implementação do seu plano de gestão de ativos e o controlo de atividades em todo o ciclo de vida, incluindo:

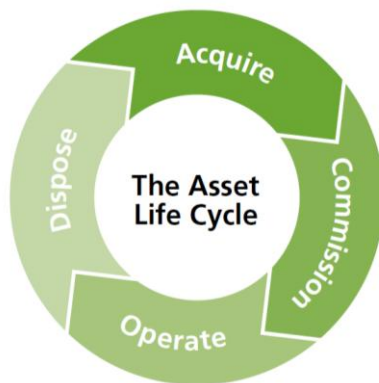
- Criação, aquisição ou melhoria/modificação de ativos;
- Utilização de ativos;
- Manutenção de ativos;
- Eliminação e/ou alienação dos ativos.

Ainda de acordo com a BSI PAS 55-2 (2008), o processo e/ou o procedimento para a implementação do plano de gestão de ativos e de controlo das atividades do ciclo de vida deve:

- Ser suficiente para garantir que as operações e atividades são realizadas nas condições especificadas;
- Ser coerente com os objetivos da política de gestão de ativos, gestão de ativos e estratégia de gestão de ativos;
- Garantir que os custos, riscos e desempenho do sistema de ativos são controlados, através das fases do ciclo de vida de ativos.

A organização deve assegurar que as disposições do planeamento, as políticas funcionais, as normas, os processos e os procedimentos, os facilitadores de gestão de ativos e os recursos, são utilizados para a implementação eficiente e rentável do plano de gestão de ativos (BSI PAS 55-2, 2008).

De acordo com Davis (2015), o entendimento de que os ativos têm um ciclo de vida é a chave do conceito dentro da gestão de ativos e é, portanto, digno de escrutínio. Existem dezenas de diferentes maneiras de representar o ciclo de vida, sendo que o diagrama da Figura 18 tem uma representação simples para o mesmo. As setas não fazem representar o período efetivo de tempo gasto em cada fase.



**Figura 18** – Ciclo de vida do ativo (Davis, 2015).

## 4.12 Os facilitadores da boa gestão de ativos

De acordo com a BSI PAS 55-2 (2008), existe uma influência significativa sobre a eficácia e eficiência dum sistema de gestão de ativos que incluem:

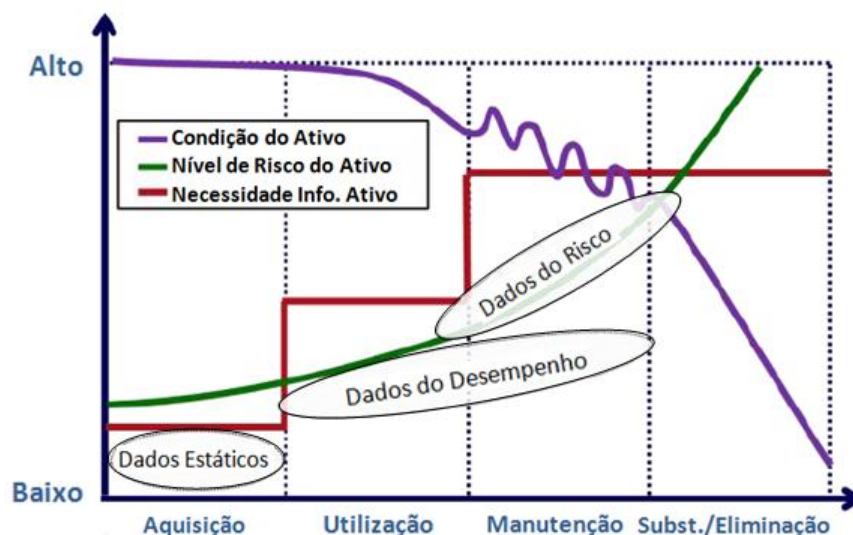
- Estrutura, autoridade e responsabilidades;
- *Outsourcing* de atividades da gestão de ativos;

- Formação, consciencialização e competência;
- Comunicação, participação e consulta;
- Documentação do sistema de gestão de ativos;
- Gestão da informação;
- Gestão do risco;
- Requisitos legais e outros;
- Gestão da mudança.

### **A tomada de decisões na gestão de ativos**

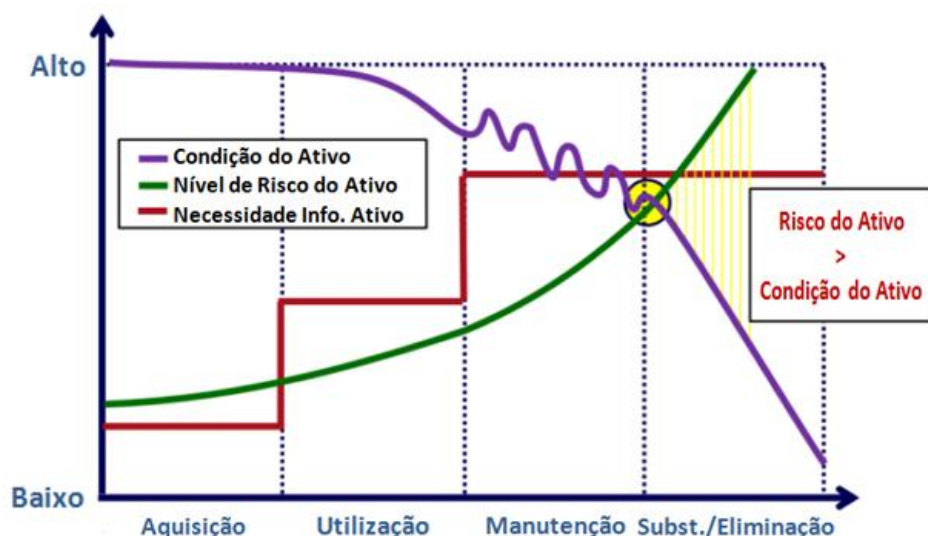
Uma tomada de decisão acertada (no sentido de originar sucesso) também é vital na gestão de ativos, pelo que, requer uma informação adequada sobre os ativos e os seus pontos fortes associados, fraquezas, oportunidades e ameaças. Em particular, é importante compreender a relação entre as atividades da gestão de ativos e o seu efeito real ou potencial sobre os custos de curto e longo prazo, riscos, desempenho e ciclo de vida do ativo ou sistemas de ativos. Só então as decisões podem ser tomadas sobre a combinação ideal das atividades do ciclo de vida (tais como projeto/seleção, aquisição/construção, utilização, manutenção, renovação e modificação, desmantelamento ou eliminação). A contínua otimização, prioridade nas tarefas e os planos são uma forma de exigência a nível operacional para essas organizações (BSI PAS 55-2, 2008).

De acordo com Vroedt, e Hoving (2014), durante o ciclo de vida de um ativo, os dados são recolhidos e analisados para manter o desempenho desejado no ativo. Contudo, e de acordo com a Figura 19, na última etapa do ciclo de vida do ativo, e quando o seu desempenho e condição já não são suficientes para a tomada de decisões robustas, devem ser delineadas análises de risco para apoiar esta última fase do ciclo de vida do ativo.



**Figura 19** – Desenvolvimento da necessidade de dados durante o ciclo de vida do ativo  
 “Adaptação de referência (Vroedt e Hoving, 2014)”.

Segundo Vroedt, e Hoving (2014), um ciclo de vida típico pode ser representado, conceptualmente, conforme a Figura 20. Nesta Figura verifica-se, no decorrer das fases do ciclo de vida do ativo, a redução da diferença de níveis entre o estado/condição do ativo físico e o seu nível de risco, por outro lado a quantidade de informação necessária aumenta até a um determinado ponto onde o risco do ativo torna-se maior que a sua condição. E é nesse ponto, em que normalmente se marca o ponto de partida para o último estágio do ciclo de vida: substituição ou alienação do ativo.

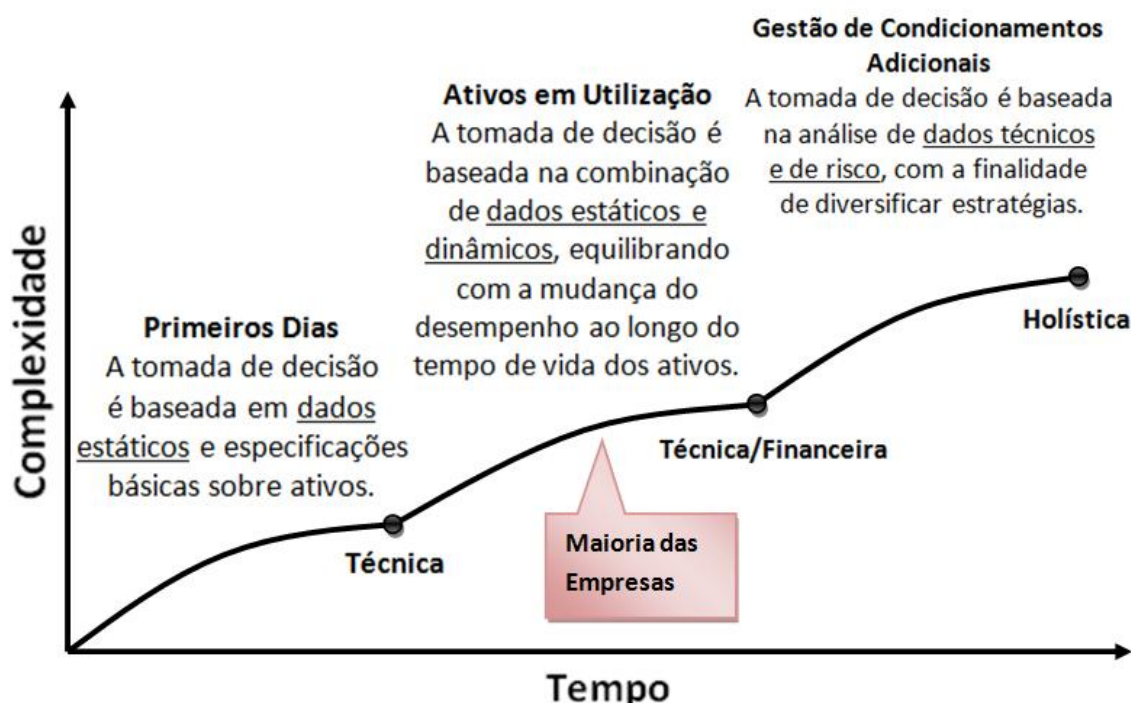


**Figura 20** – Desenvolvimento do estado do ativo, nível de risco e necessidade de informações precisas ao longo do ciclo de vida do ativo “Adaptação de referência (Vroedt e Hoving, 2014)”.



A estratégia a adotar no ciclo de vida do ativo deve ser sincronizada com o estágio em que se encontra o ativo, ou seja, o estágio do ciclo de vida determina a estratégia de ativos a aplicar. Iniciando-se numa estratégia para a tomada de decisão baseada, essencialmente, mas não só, em recomendações do fornecedor, até uma abordagem baseada no risco, no final do ciclo de vida.

Segundo Vroedt, e Hoving (2014), a complexidade das decisões sobre os ativos aumenta ao longo da linha das fases do ciclo de vida. Muitos dados são necessários, que necessitam de ser equilibrados, para enfrentar um número crescente de exigências dos *stakeholders*. De acordo com o gráfico da Figura 21, o desempenho dos ativos e os dados sobre a sua condição são inicialmente suficientes para uma robusta tomada de decisão. Eventualmente é necessária uma abordagem baseada no risco, para equilibrar todas as pressões externas e internas a fim de alcançar o desempenho desejado dos ativos. Os mesmos autores referem que este processo está de acordo com os requisitos da norma ISO 55000/1/2 (2014), e prescrevem os critérios de tomada de decisão a ser usado, por exemplo, em decisões de gestão de ativos que devem ser baseadas em avaliações de alternativas que levem em conta os custos do ciclo de vida, benefícios e riscos do ativo.



**Figura 21** – Desenvolvimento de dados e análises ao longo do tempo “Adaptação de referência (Vroedt e Hoving, 2014)”.

Ainda de acordo com estes autores, a necessidade de aplicações para suporte ao negócio, de várias dimensões multidimensional, tais como: aplicações de engenharia; económicas; regulamentares; gestão do risco; entre outras, exigirão a análise de dados que se convertem em informações importantes para a tomada de decisões sobre os ativos, seguindo o mesmo caminho do desenvolvimento da vida do ativo. A complexidade da análise aumentará com o tempo de vida do ativo.

Segundo a especificação BSI PAS 55-2 (2008), existem inúmeras ferramentas e metodologias associadas à gestão de ativos que estão amplamente disponíveis e que são utilizados pelas organizações. Essas ferramentas incluem engenharia, custo do ciclo de vida, manutenção centrada na fiabilidade, inspeção baseada no risco, manutenção produtiva total, custo/otimização do risco, etc. No entanto, é essencial que as organizações reconheçam que a boa gestão de ativos não pode ser alcançada com sucesso apenas através da utilização destas ferramentas, e nenhuma dessas ferramentas pode controlar ou resolver todos os problemas.

### **Riscos relacionados com ativos**

De acordo com a BSI PAS 55-2 (2008), os requisitos do desempenho e riscos significativos, como a falha dos ativos, precisam de ser quantificados em termos financeiros. Por exemplo, em alguns casos, poderia ser mais vantajoso permitir que um ativo funcionasse até falhar, enquanto em outros casos pode ser mais apropriado um aumento dos custos de manutenção ou de investimento de capital. Nem sempre é possível obter um valor monetário direto sobre os riscos, ou no desempenho associado a encargos financeiros relacionados com ativos. No entanto, as organizações podem fazê-lo indiretamente, colocando a seguinte questão: "Quanto estaria a organização disposta a pagar para evitar danos na competitividade, face ao mercado?".

### **Sustentabilidade**

De acordo com a mesma especificação BSI PAS 55-2 (2008), o desenvolvimento sustentável é um fator cada vez mais importante dentro do contexto global. A esse respeito, com um desenvolvimento sustentável, pretende garantir-se uma abordagem adequada no longo prazo para a atividade económica, responsabilidade ambiental e progresso social. As razões para essa crescente importância podem ser obtidas nas fortes ligações entre a gestão eficaz dos ativos e a sustentabilidade no longo prazo, nas diversas formas:

- A gestão eficaz da infraestrutura de uma nação é um componente subjacente das economias bem-sucedidas. Sem o desenvolvimento adequado, e ao longo do tempo, dessa infraestrutura a economia irá sofrer as consequências;
- As organizações gestoras de ativos podem ter um enorme impacto sobre o meio ambiente. Isto é verdade do ponto de vista das matérias-primas que consomem (se são recursos hídricos, combustíveis fósseis, ou de outras matérias-primas utilizadas) ou as emissões libertadas na construção e operação desses ativos (tanto na forma de resíduos e gases de efeito estufa, que podem contribuir para a mudança climática).

#### **4.13 Os desafios da gestão de ativos**

Com o objetivo de elaborar um plano estratégico organizacional e fornecer uma garantia aos seus *stakeholders*, segundo a BSI PAS 55-2 (2008), as organizações necessitam elas próprias de se questionarem sobre se são capazes de responder às seguintes perguntas-chave:

- Sabem-se quais são os ativos que existem, onde estão, em que condição se encontram, qual a função que desempenham e a sua contribuição para a criação de valor?
- Sabe-se da qualidade dessa informação?
- Sabe-se o que se pretende dos seus ativos no curto, médio e longo prazo?
- Está a receber-se o máximo de valor a partir dos ativos?
- Existe a capacidade suficiente para o portfólio de ativos?
- Existem ativos ou sistemas ativos que podem ser redundantes, subutilizados, ou não rentáveis?
- Há certeza de que os riscos dos ativos podem causar danos às pessoas e ao meio ambiente? Esses riscos são toleráveis, e em que níveis organizacionais são legalmente aceites?
- É possível avaliar facilmente os benefícios (desempenho, redução de riscos, conformidade, sustentabilidade) do trabalho ou investimento proposto e, inversamente, quantificar o impacto total para a organização, de não realizar esse trabalho, não investir ou atrasar tais ações?
- Há permissividade quanto à existência de problemas futuros devido ao desenvolvimento de esforços para obter ganhos no curto prazo, tais como a deterioração do desempenho, riscos e custos?
- É dada a devida atenção a outros aspetos da organização que afetam o plano de gestão de ativos, tais como: as pessoas, o conhecimento, finanças e os ativos intangíveis?

- É considerado o impacto do plano de gestão de ativos nesses outros aspetos?
- É preciso rever a adequação da estratégia de gestão de ativos, à luz das mudanças operacionais, financeiras e regulamentação ambiental?
- Está a ser melhorado, continuamente, o desempenho no seu sistema de gestão de ativos, e são percebidos os benefícios das suas melhorias?
- As melhorias são conhecidas e sabem-se onde serão mais eficazes?
- Existe uma política de gestão de ativos, uma estratégia e um plano necessário para garantir que se gerem os ativos de uma forma sustentável?
- A abordagem para a gestão sustentável dos ativos tem devidamente em conta as necessidades dos *stakeholders*, e existe abertura à comunicação?
- O processo de gestão de ativos e/ou procedimentos é otimizado à luz dos mais recentes desenvolvimentos em tecnologia e inovação?
- Todas estas perguntas podem ser respondidas com confiança, com um trilho de auditoria claro, e serem demonstradas as respostas aos *stakeholders*?

Uma resposta clara e concisa a estas perguntas, pode ajudar a ultrapassar alguns dos desafios que se colocam às organizações, quando gerem os seus ativos.

#### **4.14 As normas ISO 55000/1/2**

Esta norma especifica os requisitos para o estabelecimento, implementação, manutenção e melhoria do sistema de gestão de ativos. Sendo que, pode ser utilizada por qualquer organização, e ela própria determinará a qual ou quais dos ativos se irá aplicar (ISO 55000/1/2, 2014).

Esta norma é principalmente destinada à utilização por:

- Aqueles que estão envolvidos na criação, implementação, manutenção e melhoria do sistema de gestão de ativos;
- Aqueles que estão envolvidos no fornecimento de atividades da gestão de ativos e prestadores de serviços;
- Partes internas e externas para avaliar a capacidade da organização para o atendimento legal, regulamentar, requisitos contratuais e requisitos próprios da organização.

Estas normas foram projetadas para permitir que uma determinada organização possa alinhar e integrar o seu sistema de gestão de ativos com os requisitos dos sistemas de gestão relacionados.

As 3 normas que constituem as ISO 55000/1/2 (2014), têm o potencial de causar impacto em todas as organizações que têm responsabilidades na gestão de ativos. Estas normas, enquanto enquadrada na gestão de ativos físicos, podem ser utilizadas para qualquer tipo de ativo e por organizações de qualquer dimensão.

As normas tratam dos requisitos para um sistema de gestão de ativos e compreendem as:

- ISO 55000 (2014) – Visão geral, princípios e terminologia;
- ISO 55001 (2014) – Sistemas de Gestão – Princípios;
- ISO 55002 (2014) – Sistemas de Gestão – Orientações para a aplicação da ISO 55001.

A ISO 55002 (2014) explica os requisitos especificados na norma ISO 55001 (2014) e disponibiliza exemplos para apoiar à sua implementação.

A ISO 55001 (2014) é referida no manual IIMM - *International Infrastructure Management Manual*, como a norma mais crítica, na medida em que detalha aquilo que é necessário ser feito, em cerca de 70 requisitos e um número de subitens, permitindo às organizações estruturar as suas atividades por forma a atenderem às suas necessidades, recursos, capacidades e objetivos (ISO 55001, 2014).

As ISO 55000/1/2 (2014) fornecem aos responsáveis das organizações o motivo pelo qual a organização deve abraçar a gestão de ativos. Elas destacam que, a partir da aquisição, o controlo e gestão de ativos pelas organizações, é essencial para a realização de valor através da gestão de riscos e oportunidade de alcançar o equilíbrio desejado de benefícios, custos, risco e desempenho.

As normas anunciam as vantagens da gestão de ativos e do sistema de gestão de ativos, assim como uma abordagem estruturada e uma decisão mais fiável que contribuem para o desenvolvimento, coordenação e controlo das atividades realizadas em ativos, e para alinhar essas atividades com os seus objetivos organizacionais.

O sistema de gestão de ativos poderá ser utilizado por uma organização para dirigir, coordenar e controlar ativos e as suas atividades de gestão. Pode gerar um melhor controlo de riscos e dá garantias de que os objetivos de gestão de ativos serão alcançados numa base consistente. No entanto, nem todas as atividades de gestão de ativos podem ser formalizadas através de um sistema de gestão de ativos. Por exemplo, aspetos como a liderança, cultura, motivação e comportamento, podem ter uma significativa influência sobre a realização dos

objetivos da gestão de ativos, que poderá ser gerida pela organização utilizando acordos exteriores ao sistema de gestão de ativos. A Figura 22 mostra a relação, em termos chave, entre a gestão de ativos e um sistema de gestão de ativos (ISO 55001, 2014).



**Figura 22** – A relação entre a gestão de ativos e um sistema de gestão de ativos “Adaptação de referência (ISO 55001, 2014)”.

### **Razão para aplicação das normas ISO 55000/1/2 (2014)**

A gestão de ativos permite a uma organização obter valor a partir dos seus ativos na realização dos seus objetivos organizacionais. O que constitui valor dependerá desses objetivos, a natureza e o propósito da organização, as necessidades e expectativas dos seus *stakeholders*.

As organizações irão implementar estas normas para resolver um conjunto de objetivos de negócio, incluindo as seguintes, e sem nenhuma ordem em particular (ISO 55001, 2014):

- **Melhoria do desempenho financeiro:** melhorar o retorno sobre os investimentos e redução de custos que poderá ser alcançado, preservando o valor patrimonial, sem sacrificar a realização dos objetivos organizacionais de curto prazo ou de longo prazo;
- **Tomada de decisões de investimento em ativos:** aqueles que permitem à organização melhorarem na tomada de decisão e equilibrar eficazmente os custos, riscos, oportunidades e desempenho;
- **Melhoria da gestão de riscos:** redução de perdas financeiras, melhorar a segurança, reputação, minimizar o impacto ambiental e social, pode resultar em passivos reduzidos, como prémios de seguros, multas ou penalidades;

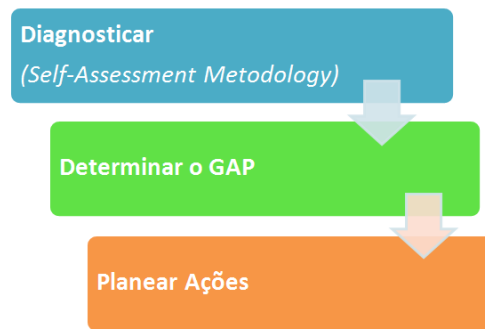
- **Melhoria dos serviços e produtos:** garantir o desempenho dos ativos que podem levar à melhoria dos serviços prestados ou produtos, que consistentemente atendem ou superem as expectativas dos clientes e restantes partes interessadas;
- **Demonstração de responsabilidade social:** melhorar a capacidade da organização para, por exemplo, reduzir emissões, conservar os recursos e se adaptar às mudanças climáticas, mostrando socialmente práticas e éticas empresariais responsáveis;
- **Demonstração do cumprimento:** de forma transparente e em conformidade com os requisitos legais, estatutários e requisitos regulamentares, bem como aderir à gestão de padrões de ativos, políticas e processos que podem permitir a conformidade;
- **Reforço da reputação:** através da melhoria de satisfação do cliente, a sensibilização e confiança das partes interessadas;
- **Melhoria da sustentabilidade organizacional:** gerir eficazmente os efeitos de curto e longo prazo, custos e desempenho que podem melhorar a sustentabilidade das operações e da organização;
- **Melhoria da eficiência e eficácia:** rever e melhorar os processos, procedimentos e desempenho dos ativos que podem melhorar a eficiência e eficácia, e à realização dos objetivos da organização.

As normas em si não exigem a sua aplicação, e na maioria dos casos, caberá à organização decidir e aplicá-las, como parte de uma boa prática de negócio.

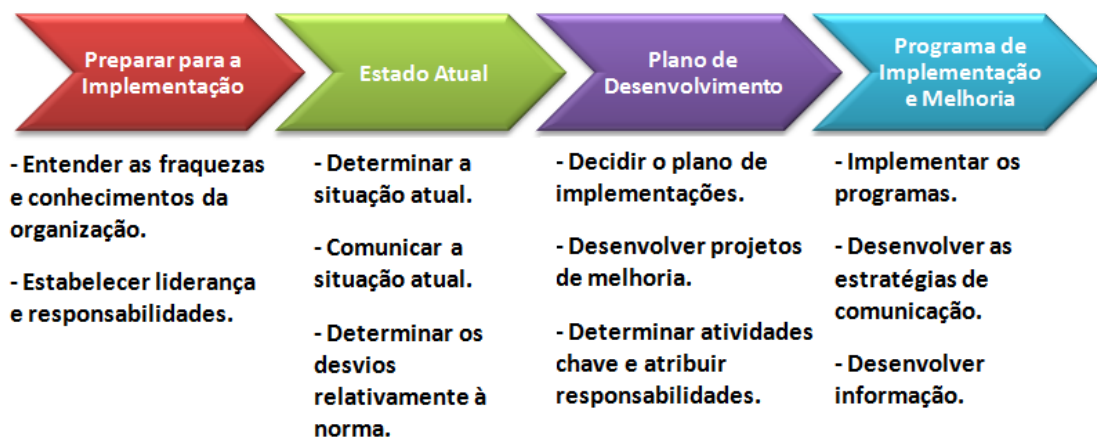
No entanto, em algumas áreas altamente reguladas, que envolvem um valor significativo dos ativos, os reguladores, financiadores ou seguradoras podem exigir a aplicação destas normas, a fim de fornecerem provas de uma gestão eficaz dos ativos.

A ISO 55001 (2014) especifica os requisitos para a criação, implementação, manutenção e melhoria do sistema de gestão de ativos. Especifica “o que é” que uma organização precisa de fazer para cumprir as normas e os requisitos. No entanto, a ISO 55001 (2014) não fornece em particular, a orientação sobre “como” uma organização deve prosseguir sobre a realização desses requisitos, nem contém orientações para um ativo em particular.

Na Figuras 23 observa-se, de um modo simplificado, a metodologia a adotar para identificar as principais diferenças entre as atividades e processos da empresa. Nas Figuras 24 e 25 identificam-se os processos de implementação e melhoria assim como os respetivos graus de maturidade. Bem como, na Figura 26, se ilustram os requisitos da ISO 55001 (2014), designado o *gap*, com um exemplo de obtenção de um gráfico tipo radar.



**Figura 23** – Implementar um Sistema de Gestão de Ativos “Adaptação de referência (Hawes, 2009)”.

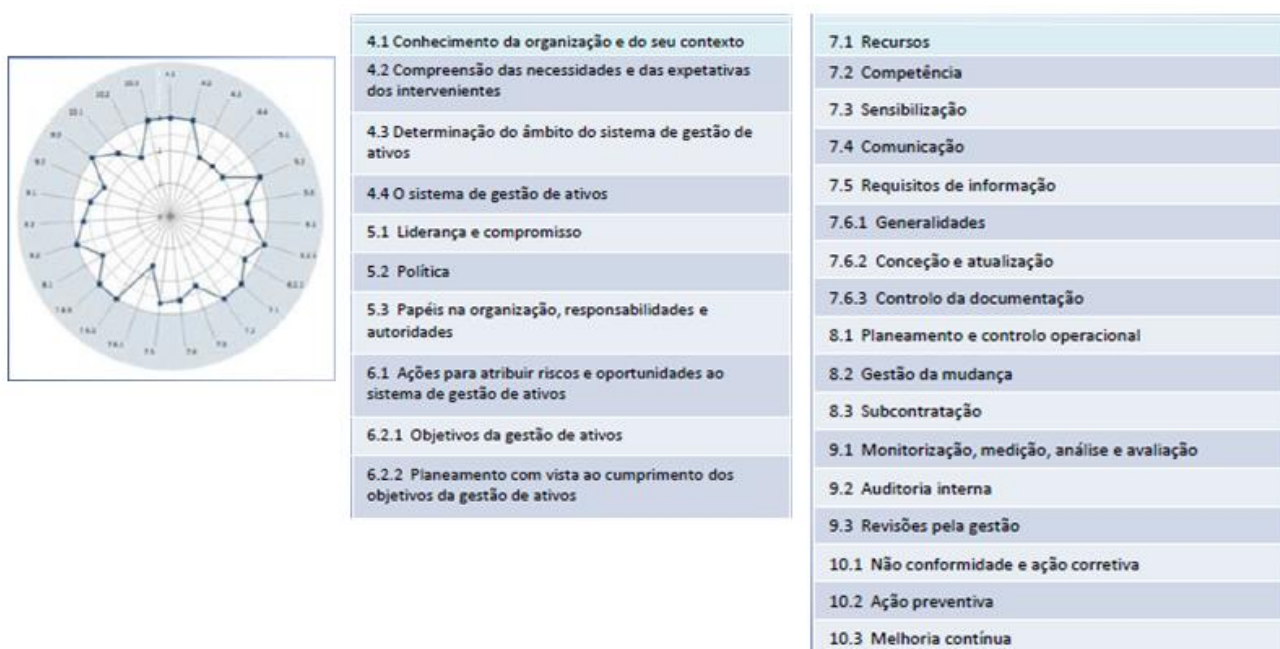


**Figura 24** – Processo de Implementação e Melhoria do Sistema de Gestão Ativos (Cunha, 2014).

Grau	Situação	Definição
0	Inocente	A organização não reconhece a necessidade destes requisitos e/ou não há evidência de vontade para as pôr em prática
1	Consciente	A organização identifica a necessidade dos requisitos, e existe evidência de vontade para as pôr em prática.
2	Desenvolver	A organização identifica os meios para sistematicamente e consistentemente alcançar os requisitos. Possui planos credíveis e recursos para evoluir nesses requisitos.
3	Competente	A organização cumpre os requisitos relevantes enunciados na ISO 55001
4	Otimizar	A organização pode demonstrar que otimiza a prática da GA, sistematicamente e consistentemente, em linha com os objetivos da organização e contexto de operação.
5	Excelente	A organização demonstra que emprega as melhores práticas e alcança o valor máximo da gestão dos seus ativos, em linha com os objetivos da organização e contexto de operação

**Figura 25** – Graus de Maturidade (IAM, 2014).





**Figura 26** – GAP relativamente à ISO 55001 (2014), (IAM, 2014).

## 4.15 Resultados da aplicação da BSI PAS 55-1/2 – Alguns exemplos

### Caso da *Hong Kong MTR*

O MTR - *Mass Transit Railway* dispõe de um sistema ferroviário de trânsito rápido em *Hong Kong*. É um dos sistemas mais rentáveis do mundo (Woodhouse, 2014).

Tal sistema caracteriza-se por ter:

- Custos Operacionais reduzidos em cerca de 20%;
- Fiabilidade na área ferroviária: MTBF - *Mean Time Between Failures* subiu de 1.000 Km para 3500 Km entre falhas.

### Caso *Scottish Power*

O *Scottish Power* é parte do Grupo *Iberdrola*, empresa multinacional presente em 40 países, uma das maiores empresas de energia do mundo. A qual apresenta (Woodhouse, 2014):

- Redução de 10% nas despesas de capital;
- Redução de 20% nos custos de operação e manutenção;
- Aumento de 22% na disponibilidade da fábrica;
- Redução de 25% nas interrupções forçadas.

### ***Caso China Light & Power***

É uma empresa de energia elétrica em *Hong Kong*, tem negócios em vários mercados asiáticos e na Austrália. É uma das principais empresas de geração de energia elétrica em *Hong Kong*. Obteve a certificação BSI PAS 55 (Woodhouse, 2014).

### ***Caso ICE, na Costa Rica***

Vencedora do 1º IAM Gestão de Ativos. Conquistou o prêmio em 2013 (Woodhouse, 2014).

Estes casos de estudo são um exemplo das vantagens da aplicação da especificação BSI PAS 55-1/2 (2008) de gestão de ativos, e demonstram que este é um setor com futuro, e como a gestão de ativos se está a tornar essencial para a sobrevivência das empresas (qualquer que seja o setor de negócio onde atuam) nos mercados atuais, cada vez mais globais, dinâmicos, exigentes e, portanto, mais desafiadores.

Torna-se claro que a adoção, compreensão e implementação das normas ISO 55000/1/2 (2014), na sequência da BSI PAS 55-1/2 (2008), já referidas na presente dissertação, será fundamental às organizações num curto prazo.

E neste processo, os engenheiros serão os elementos motrizes mais importantes, com a influência que podem exercer nas empresas onde trabalham.

## **5 Proposta de um Modelo Abrangente e Integrado de Gestão de Ativos Industriais**

### **5.1 Caracterização do Modelo Abrangente e Integrado de Gestão de Ativos Industriais**

A importância da existência de um modelo com estas características, surgiu devido ao facto do mesmo poder vir a contribuir para uma melhor compreensão do papel da engenharia, e da sua envolvente, no contexto da gestão de ativos de uma organização industrial. A observação do modelo gráfico irá permitir uma interpretação visual dos seus elementos, da sua forma geométrica e intuitiva, da sua cor e dos seus dados constituintes e que influenciam na sua interpretação, criando um sentimento ou uma ideia de quem visualiza a imagem. O MAIGAI - Modelo Abrangente e Integrado de Gestão Ativos Industriais, é representado numa imagem pouco abstrata, e nesse sentido, permite uma melhor compreensão, apresentando o mesmo significado para um número significativo de pessoas, considerando-se o processo de comunicação visual como um modo de formação que disponibiliza informação, através dos seus elementos gráficos e dados relevantes da sua envolvente. Por outro lado, na revisão de literatura efetuada não se encontrou um modelo com as características do MAIGAI fomentando, assim, a necessidade e a importância de se caracterizar o papel da engenharia num processo integrado de gestão de ativos.

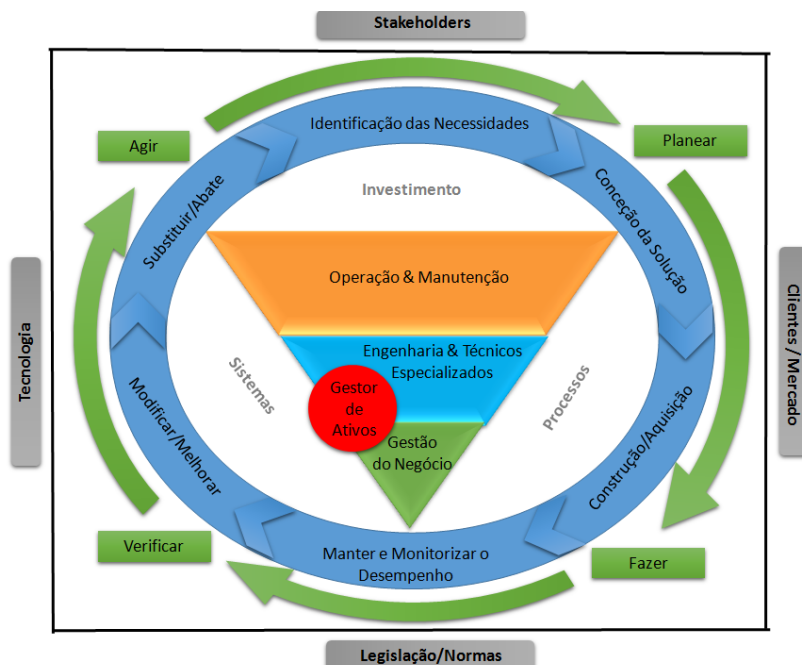
Tendo como base todos os elementos recolhidos na revisão de literatura efetuada, concebeu-se o modelo concetual, a que se designou por MAIGAI, para a gestão de ativos que abrange a integração funcional entre as áreas com papel de maior relevância numa unidade industrial, onde se inclui e centraliza o papel da engenharia.

Este modelo foi validado empiricamente através de um painel *Delphi* e discutido por profissionais da área, seguindo-se a elaboração do questionário final que teve como objetivo a validação deste modelo.

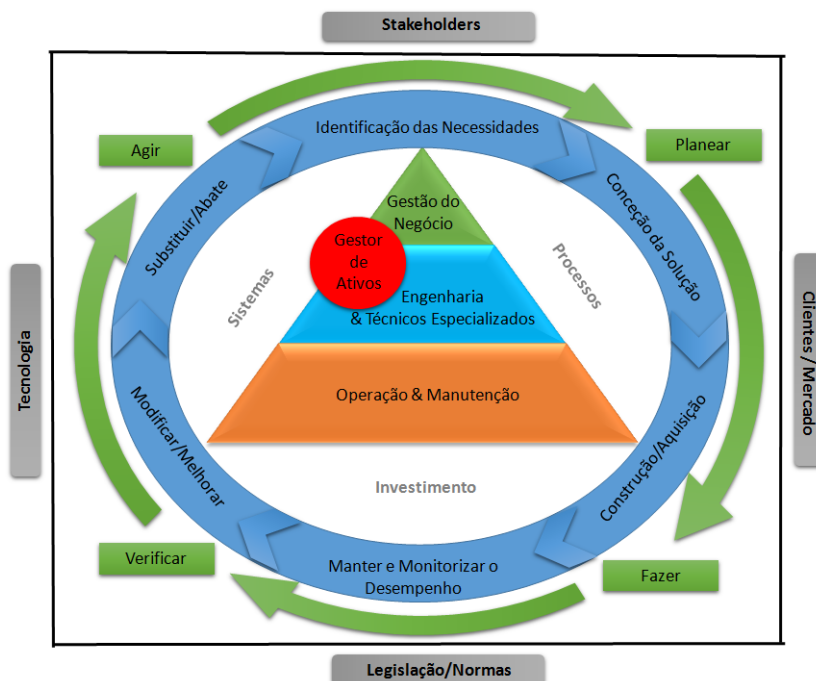
Inicialmente, o modelo foi sujeito a 2 ajustamentos, Figuras 27 e 28, com alteração do seu formato até se obter o MAIGAI representado na Figura 29, ou seja:

- Com as áreas mais relevantes de uma organização industrial inseridas numa pirâmide invertida, Figura 28;

- Com as áreas mais relevantes de uma organização industrial inseridas numa pirâmide com a base inferior na posição horizontal (modelo tradicional), Figura 28;
- Com as áreas mais relevantes num registo em circunferências sobrepostas, agora designado MAIGAI, Figura 29, e posteriormente MAIGAI melhorado, Figura 30.



**Figura 27** – Modelo com as áreas mais relevantes de uma organização industrial inseridas numa pirâmide invertida.



**Figura 28** – Modelo com as áreas mais relevantes de uma organização industrial inseridas numa pirâmide com a base inferior na posição horizontal (modelo tradicional).

Para além da revisão bibliográfica referida, a evolução dos referidos modelos, até se constituir o MAIGAI, seguiram também alguns dos seguintes dados.

Segundo El-akuti e Dwight (2013), o sistema de controlo de gestão de ativos envolve um conjunto de planeamento e controlo de atividades em diferentes níveis organizacionais. Esta definição fornece uma visão integrada do sistema de gestão de ativos dentro do sistema de gestão de toda a organização.

Para Charles e Alan (2005), a gestão de ciclo de vida pode ser considerada para envolver atividades de gestão de ativos associados a uma organização já existente. As organizações devem identificar as necessidades do negócio e tomar decisões para iniciar qualquer alteração ou projeto para melhorar os ativos, o seu projeto, operação, manutenção ou apoio logístico.

De acordo com Evans (2008), qualquer decisão relativa à carteira de ativos numa determinada fase, é construída sobre informação acumulada da gestão.

Segundo Arnold e Lawson (2004) e Blanchard *et al.* (2004), os princípios da engenharia de sistemas implicam que o sistema de gestão de ativos deve, normalmente, ter uma forte influência sobre a fase de aquisição de qualquer ativo, uma vez que, normalmente, esta oferece a maior oportunidade de controlo do custo do ciclo de vida e desempenho do ciclo de vida, ou a eficácia do sistema de ativos.

Ainda de acordo com Charles e Alan (2005), e também Luan *et al.* (2007), o desafio da gestão de toda a vida do ativo se encontra efetivamente em integrar as atividades fragmentadas, através dos seus vários estágios.

Desse modo, irá integrar a identificação da necessidade, a análise alternativa e a seleção de projetos para o foco da gestão dos negócios. As decisões devem ser consideradas estratégicas, e precisam de ser intimamente ligadas à perspetiva técnica de engenharia dentro da organização. Existem barreiras temporais para esta integração: durante a fase de aquisição, a ênfase está na implementação de um projeto dentro dos limites do orçamento aprovado e prazo estabelecido, assegurando ao mesmo tempo que a instalação está em conformidade com as especificações técnicas. Os requisitos para as atividade interdisciplinares criam desafios complexos de integração e sensibilização através dos estágios do ciclo de vida, e entre as atividades ao longo dos níveis hierárquicos dentro da estrutura organizacional. A nível operacional, a faceta técnica da gestão de ativos é, muitas vezes, deixada no isolamento do processo estratégico da organização a nível empresarial (El-Akuti e Dwight, 2013).

Um estudo recente de Pinjala *et al.* (2006) citado por Al-Akruti, referem a falta de estudos sobre a relação entre o negócio e alguns dos ativos com atividades relacionadas. Por

exemplo, a manutenção é geralmente considerada como um 'mal necessário' e não é envolvida no nível estratégico como uma questão para o negócio (Muchiri *et al.*, 2010). Por outro lado, para Tsang (2002), uma abordagem estratégica para a manutenção de uma atividade, relacionada com o ativo já foi reconhecida, especialmente nas indústrias de capital intensivo. Segundo Pinjala *et al.* (2006), e Ouertani *et al.* (2008), a manutenção é complexa e merece uma atenção adicional, mas é apenas uma das atividades envolvidas na gestão de ativos. Outros escolhem os ativos, utilizando-os de forma adequada, balanceando entre o desempenho do curto prazo e o desempenho contra a sustentabilidade a longo prazo. Segundo, El-Akuti e Dwight (2013), as atividades de gestão de ativos precisam de ser construídas, entre muitas outras atividades e níveis organizacionais, através de todas as fases do ciclo de vida de um ativo.

Para Campbell (1995), Hoskins *et al.* (1997), Kelly *et al.* (1997) e Amadi-Echendu (2004), foi citado em muitas publicações, que a indústria se tem focado principalmente em determinadas ferramentas de gestão da manutenção, como por exemplo, TPM – *Total Productive Maintenance* e RCM – *Reliability-centered Maintenance*.

De acordo com Barringer (1997), Waeyenbergh, e Pintelon (2002), a principal desvantagem na aplicação dessas ferramentas, em modo isolado, é que aborda apenas um conjunto limitado de atividades do ciclo de vida técnico. A fase de projeto é certamente a mais relevante na identificação da necessidade, e também nas decisões alternativas e na seleção.

Segundo Ouertani *et al.* (2008), é vital para uma gestão de ativos eficaz a coordenação dos processos associados ao ciclo de vida.

De acordo com Blanchard *et al.* (2009) citado em Bamber *et al.* (2004), o conceito de terotecnologia é semelhante à engenharia de sistemas. Estas abordagens tendem a apresentar um conjunto de atividades seguindo a sequência das fases do ciclo de vida e concentram-se geralmente num ativo. Para Geraeds (1992) e Dwight (1999), outros quadros se concentram na atividade de manutenção e nas suas relações com os processos do ciclo de vida.

Segundo Floyd e Wooldridge (1992), uma pesquisa sobre gestão estratégica que revela a noção de que toda a hierarquia de pessoal de uma organização contribui para formar a estratégia, contudo, da forma como o processo se encontra verifica-se que ainda não está totalmente compreendida.

De acordo com Gordon (1998), deve ser adotada uma estratégia considerando esta como uma capacidade da organização, que se desenvolve nos vários níveis de toda a hierarquia organizacional, em conduzir a uma vantagem competitiva sustentável.

Para Wooldridge *et al.* (2008), as interações subjacentes a decisões e processos que foram, de um modo geral, deixados com alguma ambiguidade, é parte do sistema de gestão estratégica organizacional e desempenha um papel relevante no desenvolvimento e implementação da estratégia. Por isso, qualquer estrutura para o sistema de gestão de ativos deve descobrir seu papel no desenvolvimento e implementação da estratégia.

Segundo El-Akruti (2013a) e Al Marsomi (1997), tem sido argumentado que o sistema de gestão de ativos é um sistema de gestão com um conjunto de atividades de planejamento e controle que interagem em três níveis organizacionais; estratégico, tático ou agregado e operacional.

Por todo o exposto neste subcapítulo, foi sentido a necessidade de construção de um modelo com as características do MAIGAI.

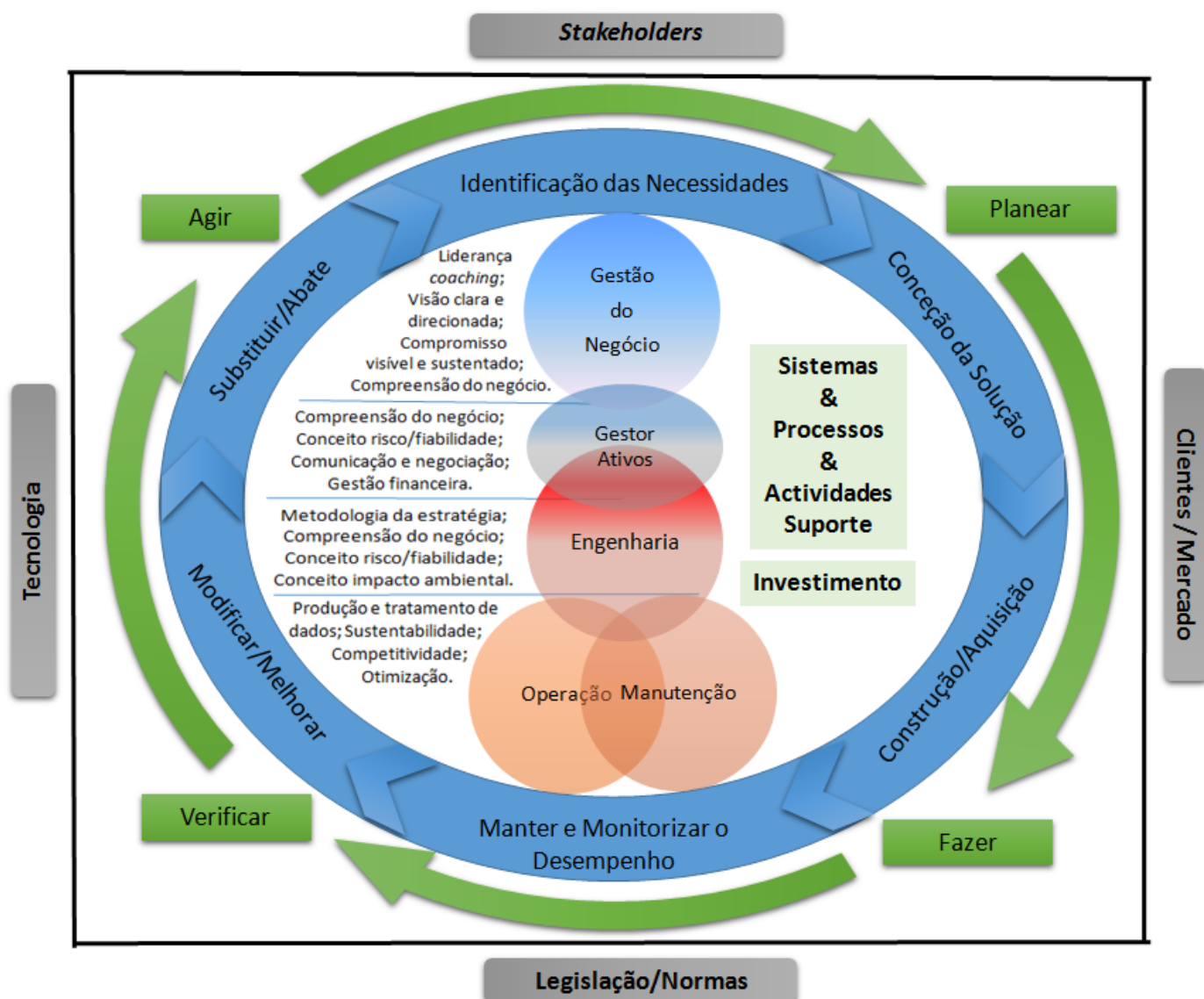
O MAIGAI apresenta uma descrição visual dos elementos-chave de uma organização industrial que adota um processo de gestão para os seus ativos que incide sobre as suas inter-relações organizacionais hierárquicas.

Como tal, foi considerado existir dentro das necessidades do sistema da organização de capital intensivo, no caso a indústria, a constituição de um modelo que represente os diferentes níveis organizacionais com maior relevância para a gestão de ativos, e onde deveria ser incluído o papel estratégico do gestor de ativos, que pode e deve ser definido e sintetizado.

Ao estabelecer o MAIGAI, construído com base na revisão de literatura efetuada neste trabalho de investigação, foram considerados os seguintes níveis principais para um modelo de uma organização industrial:

- Gestão do Negócio;
- Engenharia;
- Operação e Manutenção;
- Incluir o papel, fundamental, do Gestor de Ativos.

Face a revisão de literatura efetuada, e para cada um dos níveis estabelecidos, foram integrados no MAIGAI, 4 fatores que traduzem vantagens competitivas na gestão de ativos de uma unidade industrial.



**Figura 29** – MAIGAI – Modelo Abrangente de Integrado de Gestão Ativos Industriais.

Uma característica relevante, que constitui as Atividades de Suporte, foi introduzida no MAIGAI, contudo não foi colocado à apreciação por parte dos especialistas no questionário *Delphi*. Considerou-se que esta evolução não colocou em causa o painel *Delphi* e vem melhorar a essência do modelo (e também a sua possível funcionalidade), que poderá ser alvo de futuros casos de estudo. São consideradas Atividades de Suporte todas aquelas atividades que englobam a restante estrutura organizacional, como por exemplo, outros técnicos e especialistas das diferentes áreas da organização.

O quadrilátero é representado através de uma linha poligonal fechada, que limita a envolvente interna e externa da gestão de ativos de uma organização industrial. A estrutura com círculos num modo de implantação hierarquizado representa, na simbologia das formas, sinais supremos de perfeição, união e plenitude. O círculo é também sinónimo de movimento,



expansão e tempo (Infopédia, 2015a). Os quatro círculos de igual dimensão, sem desproporcionalidade, devem-se à atribuição do mesmo grau de relevância às áreas de conhecimento em cada um dos seus níveis, à exceção do nível hierárquico representado pelo gestor de ativos, de forma oval, ou seja, de geometria com características diferentes dos restantes círculos, que introduz um elemento chave na integração entre a engenharia e a gestão do negócio, diferente de uma área de conhecimento representada por círculos. A função do papel do gestor de ativos deverá apresentar, entre outras características, a função de moderador e gestor da relação interfuncional entre a engenharia e a gestão do negócio, resultando na sua forma de círculo achatado, num oval. No MAIGAI, os elementos geométricos que apresentam graus de sobreposição variável pretendem ilustrar sobre as diferentes relações entre os níveis de integração e de conhecimento requeridos. A semelhança entre esses elementos é representada nas suas partes sobrepostas enquanto as diferenças são representadas nas partes não sobrepostas, a variação de cor nos círculos e no oval representa um elemento de diferenciação entre os diferentes níveis hierarquizados.

O contributo do MAIGAI face aos modelos das Figuras 28 e 29 deveu-se, principalmente, à alteração da forma em pirâmide, seja invertida ou com a base inferior na posição horizontal, para um conjunto de círculos sobrepostos, que permitem melhor integrar e sobrepor as áreas mais relevantes da hierarquia. Do ponto de vista da sua representação, a posição invertida do triângulo é uma metáfora utilizada por jornalistas e outros escritores, método comum para a escrita de notícias. A parte mais larga na parte superior do triângulo representa a informação mais importante e interessante. Esta representação também significa que a informação com menor importância para a compreensão do leitor vem mais tarde na História (Scanlan, 2014).

O MAIGAI hierarquiza e integra áreas funcionais de acordo com a sua importância na tomada de decisão das áreas mais relevantes em gestão de ativos de numa organização industrial, e não apenas só, pela importância da informação produzida, razão pela qual se enaltece o contributo do MAIGAI face ao modelo com a pirâmide invertida.

O papel da engenharia está representado no MAIGAI, numa posição central relativamente à sua envolvente, considerando-se este aspeto como significativo, ou seja, pretende-se atribuir à engenharia um papel determinante na gestão de ativos de numa organização industrial.

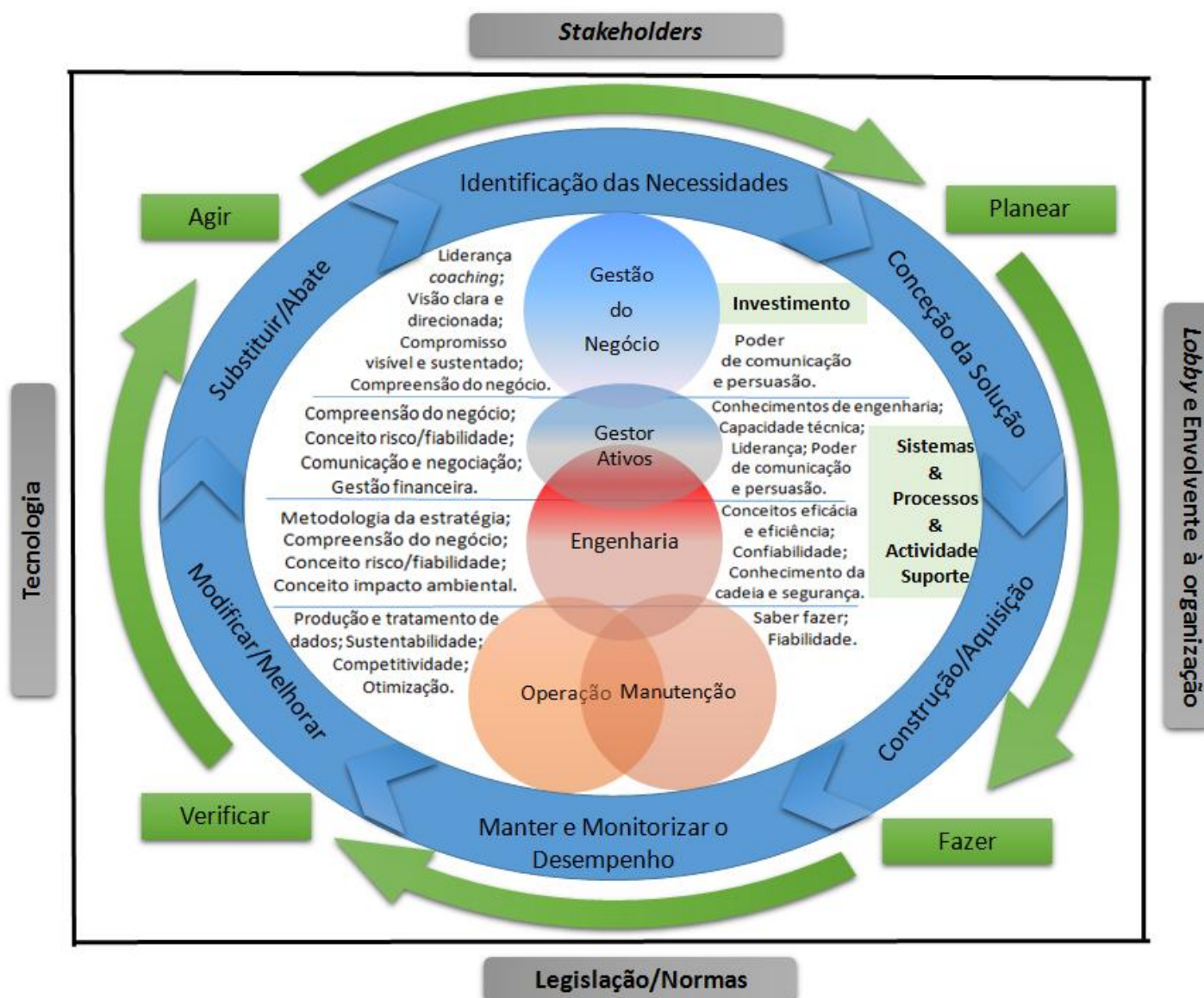
Face a revisão de literatura efetuada para a elaboração da presente dissertação, o MAIGAI foi constituído, essencialmente, por duas razões, que são as seguintes:

- Responder à inexistência de um modelo com estas características, ou seja, a importância do papel relevante da engenharia neste contexto;

- Integrar a gestão de ativos como uma importante engrenagem na grande máquina da civilização atual em evolução, neste caso, nas organizações industriais.

Os fatores acrescentados no inquérito pelos especialistas inquiridos, são fatores não encontrados na revisão de literatura, e dependem da experiência profissional dos painelistas, e esta por sua vez depende das empresas onde eles trabalham, bem como do modo de gerir ativos inerentes a cada uma.

Os novos elementos foram incorporados no MAIGAI melhorado, conforme ilustrado na Figura 30.



**Figura 30** – MAIGAI melhorado – Modelo Abrangente de Integrado de Gestão Ativos Industriais melhorado.

Os elementos mencionados, que traduzem novas vantagens competitivas, foram integrados no MAIGAI melhorado do seguinte modo:

- Poder de comunicação acrescentado ao papel da gestão do negócio;
- Liderança, conhecimentos de engenharia, poder de comunicação e persuasão, e capacidade técnica acrescentados ao papel do gestor de ativos;
- Conceitos de eficácia e eficiência, confiabilidade, conhecimento da cadeia e de segurança acrescentados ao papel da engenharia;
- Saber fazer e fiabilidade, acrescentados ao papel da operação e manutenção;
- Os clientes e mercado passaram a ser incorporados pelo tópico *stakeholders*;
- A notoriedade da marca é parte integrante do tipo de ativos intangíveis e integra o tópico investimento;
- *Lobby* e envolvente à organização foram incorporados na envolvente externa. De acordo com a Infopédia da Porto Editora (2015b), *lobby* é um grupo de pressão que pode influenciar a tomada de decisão em prol de determinados interesses.

## 5.2 O ciclo de vida do ativo

A natureza interdisciplinar e colaborativa do sistema de gestão de ativos podem ser obtidas na definição do ciclo de vida do ativo do ponto de vista utilizador-organização proposto por Ouertani *et al.* (2008), como uma sucessão de quatro fases:

- **Aquisição** – envolve todas as atividades de análise associadas ao plano técnico e financeiro, justificação e planeamento para aquisição de novos ativos, bem como na gestão da aquisição;
- **Implantação** – envolve todas as atividades associadas com a instalação, testes e comissionamento;
- **Operação e Manutenção** - envolvem todas as atividades para manter a disponibilidade dos ativos de um modo mais eficaz, a longevidade e a capacidade (qualidade, desempenho e flexibilidade);
- **Abate** – envolve todas as atividades relacionadas com a alienação dos ativos.

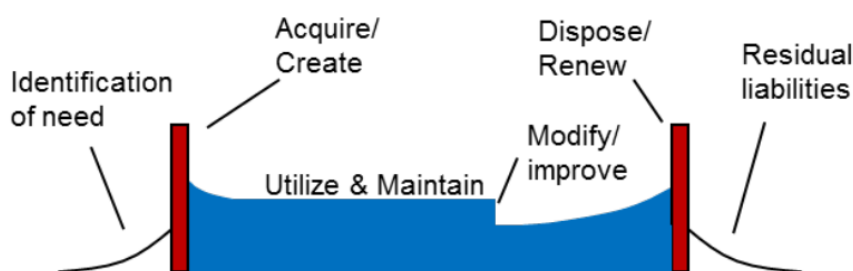
Ao referenciar o ciclo de vida de uma ativo físico, está subjacente a definição de LCC - *Life-cycle Cost* (Custo do Ciclo de Vida) que impõe uma visão geral da gestão de ativos físicos a partir da fase inicial do projeto até à sua desativação.

De acordo com Assis (2012), o LCC é relevante no apoio à decisão, nomeadamente em estudos de:

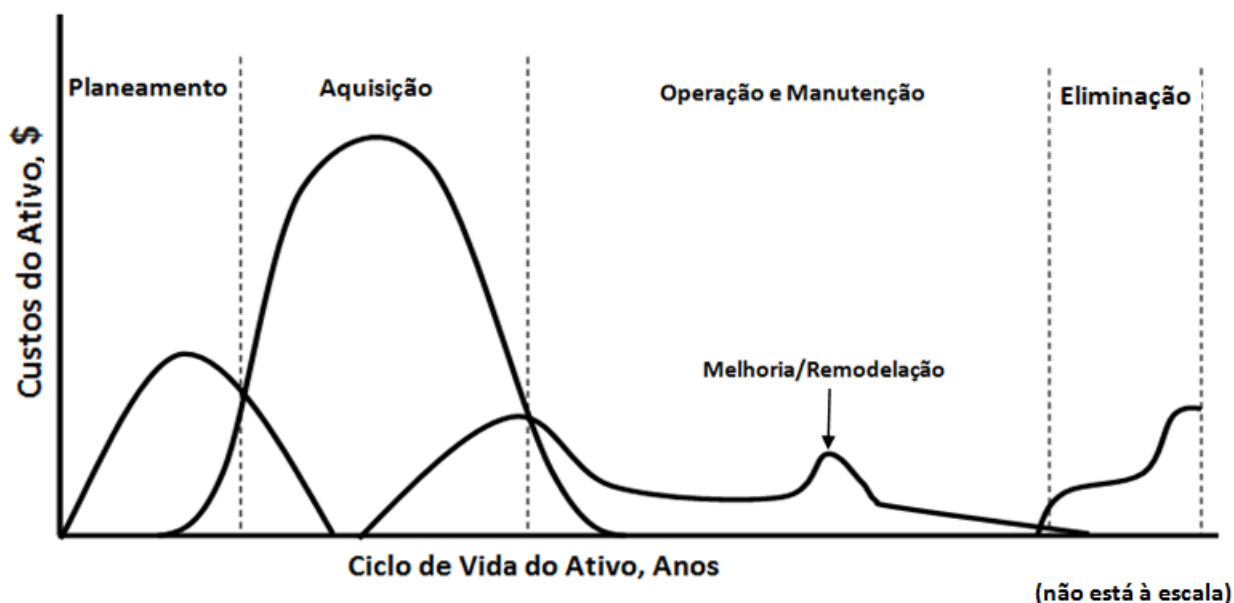
- Comparação de equipamentos alternativos;
- Oportunidades de substituição de ativos físicos;
- Modificação e recuperação de ativos físicos;
- Grandes reparações.

De acordo com El-Akruti *et al.* (2013b), o LCC é uma ferramenta para desenvolver sistemas de apoio à decisão orientada para o valor na gestão de ativos relacionada com a indústria. O LCC tem um papel fundamental e essencial a desempenhar no processo de gestão de ativos, e consequentemente na tomada de decisão, por exemplo na otimização da substituição de ativos físicos, política de manutenção e do seu impacto sobre a política de aquisições. Esses critérios de decisão no estudo de caso mostram-se suportados pelo modelo baseado no LCC, desenvolvido ao nível operacional e nível estratégico, dentro das funções diretas e de suporte da organização. Portanto, o modelo baseado no desenvolvimento do LCC fornece um sistema de apoio à decisão dentro de uma organização industrial, o que implica ter um grande potencial para o apoio à decisão na gestão de ativos.

A Figura 31 ilustra dois marcos importantes na tomada de decisão sobre um ativo físico e a Figura 32 ilustra os custos durante o seu ciclo de vida.



**Figura 31** – Princípio genérico do ciclo de vida do ativo físico (Woodhouse, 2014).



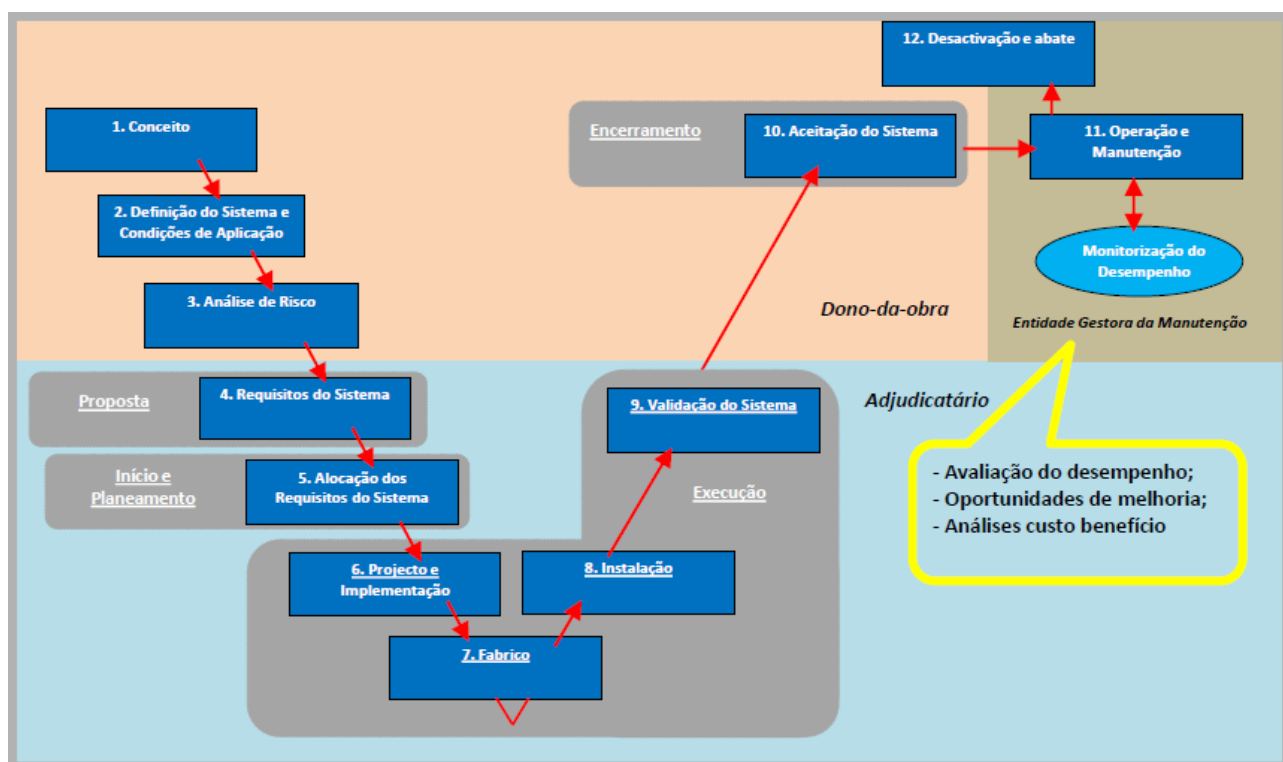
**Figura 32** – Princípio genérico do ciclo de vida do ativo físico “Adaptação de referência (Micromationinc, 2015)”.

Existem outros modos de representação do ciclo de vida do ativo físico, dependendo do ênfase que o autor permite atribuir (Davis, 2015). Contudo, no exemplo a seguir verificam-se 7 estágios diferenciados conforme a Figura 33.



**Figura 33** – Ciclo de vida do ativo (Cunha, 2014).

O aparecimento de diversos conceitos de vida global do equipamento, tais como RAMS - *Reliability, Availability, Maintainability and Safety*, conforme descrito na norma EN - *European Norm 50126: 2000*, comprometem-se a estabelecer objetivos claros para cada fase da vida útil do equipamento, conforme ilustrado na Figura 34. Além disso, na fase de projeto, deve ser estabelecida a metodologia para a Operação e Manutenção em todo o ciclo de vida esperado, bem como os recursos que precisam ser alocados e quais os objetivos que devem ser alcançados. Estes objetivos podem ser revistos ao longo do ciclo de vida do ativo, sempre levando em consideração os riscos envolvidos para as decisões tomadas (Ferreira, 2012).



**Figura 34** – O ciclo de vida do equipamento (Assis, 2015).

### 5.3 O papel da engenharia

Face à revisão de literatura efetuada, selecionou-se quatro características que se revelam qualidades para a engenharia. Através do questionário *Delphi* foi possível confirmar algumas dessas principais vantagens competitivas. Como resultado, estas qualidades tiveram como moda 4 e 5, ou seja, foram classificadas como “muito importante” ou “extremamente importante”. Essas características são:

- Metodologia da estratégia;

- Conceito risco/fiabilidade;
- Conceito impacto ambiental;
- Compreensão do negócio.

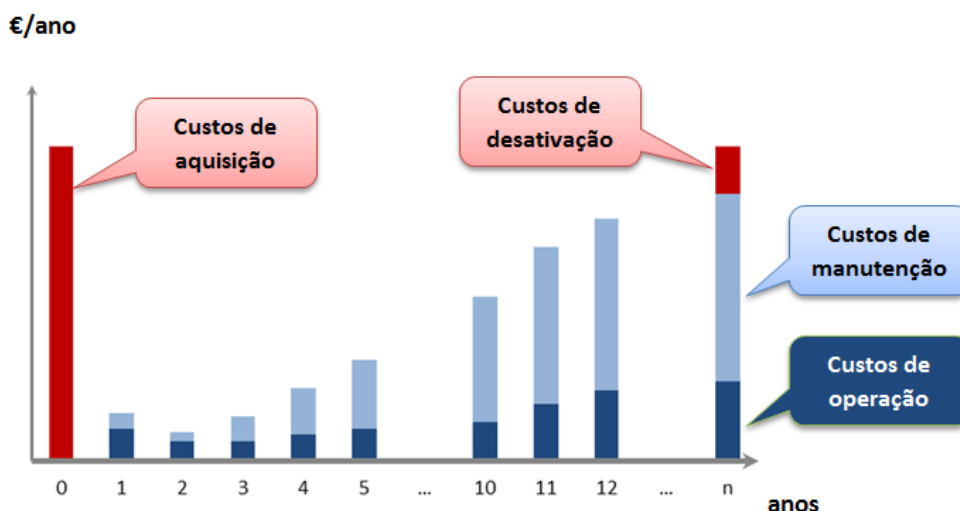
Para além destas características mencionadas, foram acrescentadas, pelos especialistas do painel *Delphi*, outras vantagens competitivas para a engenharia na gestão de ativos de uma unidade industrial, tais como:

- Conceitos eficácia e eficiência;
- Confiabilidade;
- Conhecimento da cadeia;
- Impacto de segurança.

## **5.4 O papel da operação e manutenção**

De acordo com Faro (1998), a manutenção tem um papel fundamental na consecução dos objetivos da organização. Existindo diferentes modelos e filosofias de manutenção, importa definir, para cada ativo físico, qual o modelo mais adequado face à importância desse equipamento para o processo produtivo e de acordo com as necessidades de fiabilidade e disponibilidade que o caracterizam. A manutenção deverá, também, intervir no processo de seleção e aquisição de novos equipamentos, por forma a contribuir com a sua experiência, para a escolha do equipamento que melhor venha a responder às exigências e constrangimentos do contexto em que vão laborar.

Os custos de Operação e Manutenção apresentam um comportamento caracterizado por uma evolução temporal em forma de S, com um crescimento moderado nos primeiros anos, até um momento de inflexão ao qual se segue um crescimento com tendência para entrar em patamar, conforme ilustrado na Figura 35. O primeiro ano pode constituir uma exceção, devido à aprendizagem, devido a erros de operação, os quais desaparecem com o acumular da experiência.



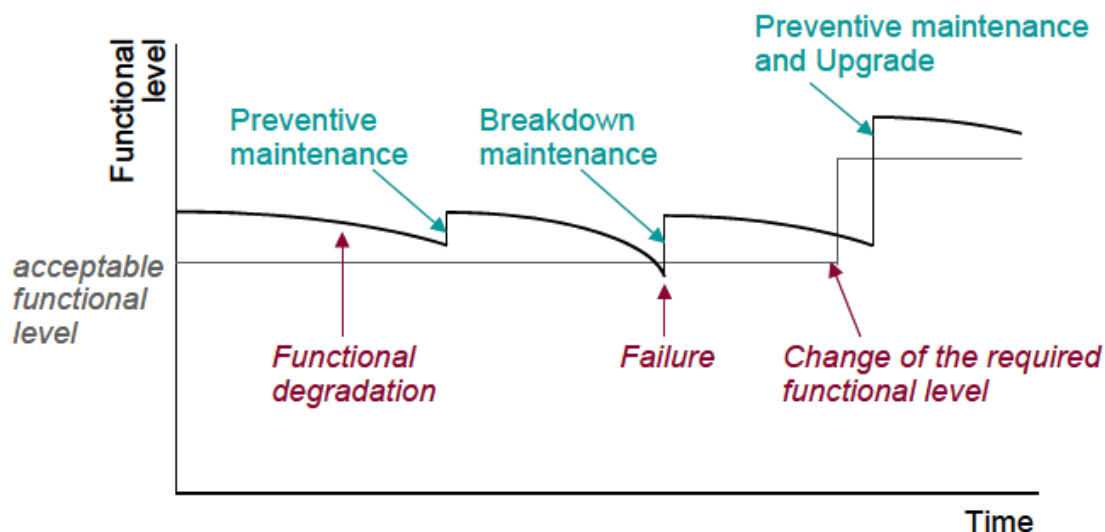
**Figura 35 – Life-cycle Cost (Custo do Ciclo de Vida), (Assis, 2012).**

Segundo Assis (2015), pode-se obter numa previsão de custos de Operação e Manutenção, a partir das seguintes fontes de informação:

- Advinda dos fabricantes, das horas de intervenção e das quantidades por referência das peças necessárias;
- Por extrapolação de custos passados do equipamento em causa;
- Por analogia com equipamentos semelhantes (próprios ou de parceiros de indústria).

De acordo com Takata *et al.* (2004), o objetivo da manutenção é o de preservar a condição do produto, de modo a cumprir as suas funções necessárias em todo o seu ciclo de vida. A manutenção é uma importante parte da gestão do ciclo de vida, cujo principal objetivo é aumentar a eco-eficiência do ciclo de vida do produto. Há duas razões pelas quais é necessária atitude para controlar as condições de produtos: a mudança em condições do produto, devido à deterioração, e a evolução das necessidades dos clientes ou da sociedade. Estas alterações geram lacunas entre a função pretendida e a realizada. A manutenção é executada para compensar essas lacunas por meio de tratamento ou de readaptação, como mostrado na Figura 36.





**Figura 36** – Atividades de Manutenção (Takata *et al.*, 2004).

De acordo com Santos (2015), a importância da Operação e Manutenção surge como fator do aumento da produtividade e competitividade das empresas. A necessidade do conhecimento sobre a implementação das tecnologias, métodos e técnicas de manutenção que permitam assegurar a correta operacionalidade dos ativos físicos, com vista a obter o máximo rendimento do investimento, ao prolongar a sua vida útil e ao mantê-los em operação o máximo tempo possível, onde a forma como se encara a função manutenção tem vindo a se alterar ao longo dos anos, face à crescente importância que vem assumindo na produtividade e competitividade das empresas.

As atividades de manutenção variam ao longo de todo o ciclo de vida do produto e são suportados por uma ampla variedade de tecnologias. As que estão associadas com a manutenção, estão organizadas num exemplo conforme a Tabela 1, onde as colunas representam as fases do ciclo de vida dos produtos e as linhas representam as tecnologias (Takata *et al.*, 2004).

**Tabela 1** - Mapa Tecnológico da Manutenção (Takata *et al.*, 2004).

issues \ technologies	design for maintenance	maintenance planning	inspection/ monitoring/ diagnosis	middle of life treatment	end of life treatment	life cycle management
sensor, signal processing, chemical analysis			inspection/ monitoring/ diagnosis		condition diagnosis	
failure analysis failure physics	deterioration evaluation, life span evaluation, FMEA, FTA	deterioration evaluation, residual life evaluation, FMEA, FTA	trend analysis		deterioration evaluation, residual life evaluation	
artificial intelligence, knowledge management			monitoring/ diagnosis/ prognosis	self-maintenance operation support system (ES)		malfunction data collection system
model-based technologies	deterioration and failure simulation	deterioration and failure simulation	model-based monitoring/ diagnosis	operation support system (VR)	operation support system (VR)	
reliability engineering,	reliability design	RCM			residual life evaluation	
risk management		RBM	RBI			
network, database.	deterioration and failure mechanism database	deterioration and failure mechanism database	remote monitoring, remote diagnosis	tele-service		MP data management life cycle maintenance data management
design methodologies	DfX (accessibility, assemblability, disassemblability), tolerancing			maintainability/ serviceability	upgrade	
automation, robotics				maintenance robot	automated disassembly	
organizational and human factors, method engineering			TPM	TPM operation support system	operation support system	
environmental management						LCA
costing						LCC

Passando de uma simples atividade de apoio à produção, considerada como um custo que as empresas tinham de suportar, a manutenção acabou por se tornar num dos fatores chave para o aumento da sua competitividade.

A manutenção é uma atividade transversal e de grande importância na economia nacional, ao contribuir, com valores, que se estimam em cerca de 5% a 6% do PIB.

Segundo Santos (2015), a manutenção é assim uma atividade relevante da subcadeia de adição de valor ao contribuir para que se consiga:

- Fiabilizar os processos de produção e, em consequência, maximizar a capacidade nominal de produção ou, de igual modo, maximizar a disponibilidade operacional e minimizar a probabilidade de ocorrência de desvios entre as datas reais de entrega a clientes (internos e externos) e as datas planeadas (prometidas a clientes), contribuindo para a fidelização e competitividade;
- Garantir a prontidão dos ativos que atuam em situações de emergência, nomeadamente, equipamentos militares e de socorro;
- Garantir a constância das características físicas dos processos de produção, de forma a minimizar as rejeições (*scrap*) e as recirculações (*rework*) ou, de igual modo, minimizar os custos de não-qualidade (os quais incluem os custos de oportunidade) e, consequentemente, manter a eficiência operacional elevada, melhorando a imagem junto do cliente;
- Melhorar a eficiência energética do ativo, com a correspondente redução de custos, o que se traduz num aumento direto dos resultados;
- Proteger o meio ambiente, pela redução de efluentes poluentes resultantes do mau estado de funcionamento dos ativos.

De acordo com Santos (2015), acresce que a manutenção assume particular relevância nas épocas de crise económica, em que a substituição dos ativos é adiada, obrigando ao prolongamento do seu ciclo de vida.

Isto leva a considerar totalmente desadequado o conceito vigente nas organizações que vêm na manutenção um centro de custo e como tal é avaliado:

- A manutenção, tal como qualquer atividade das operações, é um centro de resultados;
- Com custos, que são os mais fáceis de apurar, mas também com proveitos, que mesmo sendo mais difíceis de apurar, têm de fazer parte da análise dos gestores.

### **Eficácia e Eficiência**

Segundo Santos (2015), a eficácia é o primeiro grande objetivo a que as organizações se propõem alcançar, e que se traduz na criação de valor para o mercado, disponibilizando-lhe os produtos (bens ou serviços) que satisfaçam as suas necessidades explícitas e implícitas, onde ser eficaz é uma condição necessária, mas não suficiente, para garantir a continuidade da atividade. Por outro lado a eficiência, consiste em responder às necessidades do mercado, utilizando os recursos duma forma otimizada. A conjugação da eficácia e da eficiência, permite criar riqueza para a organização, isto é, obter lucros.

## **Contribuição da Manutenção para a Eficácia e Eficiência**

De acordo com Santos (2015), para a eficácia, a manutenção contribui com as competências tecnológicas e de processo, ajustando a seleção dos ativos às condições processuais requeridas. Do mesmo modo que para a eficiência, a manutenção contribui com as competências organizacionais, nomeadamente ao nível da produção e tratamento da informação e com a utilização adequada das ferramentas de gestão da manutenção, visando as melhores práticas de gestão dos ativos. Os conceitos e as recomendações do referencial normativo ISO 55000 (2014), vêm dar um contributo decisivo para a melhoria da eficácia e eficiência dos ativos, ao integrar estes objetivos na visão estratégica da organização.

## **O RCM e a sua relação com a Gestão de Ativos**

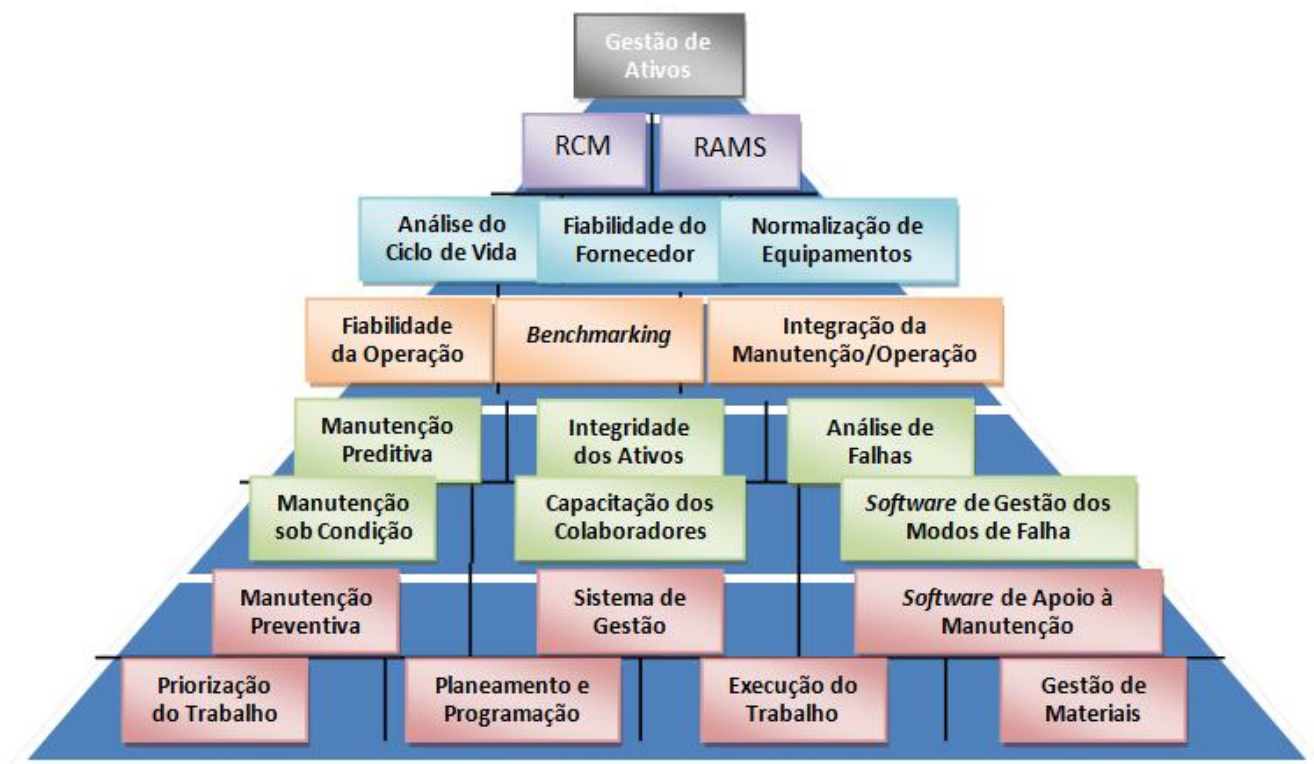
Segundo Cunha (2015), o RCM permite a recolha de informação necessária para uma tomada de decisão fundamentada e racional. O mesmo autor refere algumas prioridades no domínio da gestão de ativos, tais como:

- Melhorar a gestão e qualidade dos dados;
- Priorizar e planear o investimento nos ativos;
- Construir uma estratégia de gestão de ativos coordenada;
- Melhorar a gestão de risco.

Ainda de acordo com o mesmo autor, o RCM contribui para atender às prioridades no domínio da gestão de ativos, tais como:

- A metodologia RCM necessita de informação essencial para o desenvolvimento de uma boa gestão de ativos físicos. As análises e discussões fazem transparecer quais os dados efetivamente úteis, com o objetivo de uma gestão mais eficaz;
- As análises decorrentes da metodologia RCM proporcionam uma visão dos ativos, não do ponto de vista do equipamento, mas numa perspetiva globalmente contextualizada. O RCM é ainda útil na definição do ciclo de vida dos ativos, tornando mais fácil o planeamento das necessidades a longo prazo;
- O RCM incentiva a cooperação entre departamentos, nomeadamente entre a manutenção e a operação. As entidades devem trabalhar em conjunto para os objetivos da organização;
- No que cabe aos ativos físicos, o RCM permite descrever a relação entre ativos no seu contexto organizacional. Com isso, as decisões de como interagir com os ativos (investimentos, manutenção ou abate) são mais fundamentadas.

A Figura 37 ilustra a integração do RCM numa pirâmide da gestão de ativos com 5 níveis de aplicação, tais como: Manutenção planeada; Manutenção pró-ativa; Excelência organizacional; Engenharia da confiabilidade e no topo a Excelência operacional.



**Figura 37** – Pirâmide da gestão de ativos com 5 níveis “Adaptação de referência (Depool e Amendola, 2014)”.

De acordo com Pinjala *et al.* (2006) e Tsang (2002), é necessária uma abordagem estratégica, especialmente nas indústrias de capital intensivo, mas isto só tem sido amplamente reconhecido na manutenção. A este respeito, Ouertani *et al.* (2008) argumentam que todas as fases do ciclo de vida desempenham um importante papel. Os autores afirmam que a manutenção merece maior atenção porque ocorre durante a utilização, que é a maior e mais complexa fase, contudo, as outras atividades que se situam em torno da base dos ativos, durante os estágios iniciais de aquisição têm impacto na Operação e Manutenção, e ainda mais impacto sobre a capacidade dos ativos para se atingir os objetivos estratégicos. O impacto sobre o sucesso organizacional da manutenção pode não ser bem definido por que é difícil de quantificar. A ligação entre a manutenção e a estratégia competitiva com a entrega do valor para o cliente é geralmente escondida, apesar do seu forte impacto potencial sobre a realização dos objetivos. A manutenção é tipicamente considerada um “centro de custo”. Por

exemplo, 70% dos respondentes de um inquérito conduzido na Suécia, em 118 empresas, consideram que a manutenção é um “centro de custo”, citado por Alsyounf (2006). A manutenção é subordinada à operação ou é um mal necessário?

Para Muchiri *et al.* (2010), “isto é devido à atitude tradicional da gestão da produção para com a manutenção como uma atividade de apoio não-produtivo e como um mal necessário. Não é até recentemente ter importância para a manutenção do reconhecimento da rentabilidade”.

Segundo Dwight (1999), não tem sido submetida uma credibilidade científica de que existe uma ligação entre os *inputs* para o processo de manutenção e os resultados do processo de fabrico. Mais tarde (o autor não refere o ano), destaca-se que tanto a eficácia e o fabrico ágil incluem a manutenção como uma chave para que se mantenha numa vantagem competitiva.

Para Pinjala *et al.* (2006), os custos de manutenção são elevados e irão aumentar, e a OEE – *Overall Equipment Effectiveness* (eficiência global do equipamento) é apenas cerca de 45%.

Estes autores afirmam que: “reduzindo os custos de manutenção pode afetar-se a equação da força competitiva da empresa e a capacidade de competir no mercado” ... por outro lado, a manutenção deve ser reconhecida como parte integrante da estratégia do negócio ou da equação da força competitiva”, citado por Hora (1987).

Um dos fatores-chave para o desempenho dos ativos é a sua fiabilidade intrínseca. Será que os ativos estão a ser projetados com a fiabilidade e manutenção desejadas? De acordo com Gulati *et al.* (2015), o custo de Operação e Manutenção, que é tipicamente cerca de 80% do custo total do ciclo de vida do sistema, torna-se fixo, seja intencionalmente ou não, durante a fase de conceção. Será que se estão a especificar as necessidades de fiabilidade e manutenção no documento de requisitos antes da fase de projeto começar? A fiabilidade e a manutibilidade são atributos de projeto que devem ser tidos em conta no projeto dos ativos físicos, de modo a minimizar as necessidades de manutenção, utilizando componentes fiáveis, com substituições simples e inspeções mais simples.

Por isso, é muito importante que durante a conceção e construção dos ativos, que tratem adequadamente a fiabilidade, a manutenção, e as questões de segurança, para que se reduza o custo total do ciclo de vida dos ativos (Gulati *et al.* 2015).

Normalmente, os ativos são projetados com um certo nível de fiabilidade, baseado numa utilização eficaz dos componentes fiáveis e nas suas configurações. Este nível de fiabilidade é chamado de fiabilidade intrínseca. Não se pode mudar ou melhorar a fiabilidade intrínseca de um ativo, sem redesenhar ou substituir os seus componentes, com componentes melhorados.

Os operadores precisam de ter formação adequada para operar os ativos de forma eficaz. Segundo Gulati *et al.* (2015), existem diversos estudos que indicam que 40% ou mais das falhas são o resultado de erros operacionais. Para ter ativos fiáveis e de fácil manutenção, é preciso garantir que os proprietários dos ativos, incluindo os operadores, estão envolvidos no desenvolvimento dos requisitos, bem como na revisão do projeto. A manutenção não pode melhorar a fiabilidade intrínseca, dado que é planeada na fase de projeto. A manutenção, na melhor das hipóteses, pode sustentá-la. Na fase de conceção do projeto deverá desenvolver-se um plano de manutenção para o ativo usando a ferramenta FMEA/RCM, para mitigar os modos de falha que não podem ser eliminados por meio do planeamento.

Face à revisão de literatura efetuada, selecionou-se quatro características que se revelam qualidades para a Operação e Manutenção. Através do questionário *Delphi* foi possível confirmar algumas dessas principais vantagens competitivas. Como resultado, estas qualidades tiveram como moda 5, ou seja, foram classificadas como “extremamente importante”, tais como:

- Atenção aos detalhes;
- Melhoria contínua;
- Trabalho de equipa;
- Fiabilidade.

Para além destas características mencionadas, foram acrescentadas, pelos especialistas do painel *Delphi*, outras vantagens competitivas para a Operação e Manutenção na gestão de ativos de uma unidade industrial, tais como:

- Saber fazer;
- Fiabilidade e se possível com aquisição de dados que possam influenciar a fiabilidade (sensores).

## **5.5 O papel do gestor de ativos**

De acordo com Davis (2015), que se baseia no quadro de competências do IAM de 2008, como ponto de referência, aponta as principais sete atividades em que os gestores de ativos estão envolvidos. É importante compreender que todas estas atividades se sobrepõem:

### **1. Política de Desenvolvimento**

A política de gestão de ativos é o elo entre o plano organizacional (que é o nível de topo do "plano de negócios" de uma organização) e a estratégia da gestão de ativos. É

tipicamente um conjunto de princípios ou diretrizes para orientar as atividades de gestão de ativos e alcançar os objetivos da organização. Abrange especificamente "O quê" e o "Porquê".

## **2. Estratégia de Desenvolvimento**

A estratégia de gestão de ativos direciona a atividade gestão de ativos da organização; irá determinar o nível dos objetivos da gestão de ativos que são necessários; ela vai definir a abordagem que será tomada para o planeamento.

## **3. Planeamento da Gestão de Ativos**

O planeamento da gestão de ativos analisa a possibilidade em todas as opções de atividades e investimentos no futuro, em seguida, monta um conjunto de planos que descrevem o que será feito, quando e por quem. O gestor de ativos assegura que o plano selecionado cumpre o que é exigido pela estratégia.

## **4. Concretização dos Planos**

Esta é a parte em que o trabalho é realmente executado nos ativos, seja avaliando ou acompanhando-os, mantendo ou reparando, remodelando ou substituindo-os. Esta atividade precisa claramente de incluir os controlos adequados, para assegurar que o trabalho é realizado de forma eficiente, e que a informação reunida realimenta a estratégia e as atividades de planeamento.

## **5. Desenvolvimento de competências**

Esta atividade é especificamente sobre o desenvolvimento das aptidões e competências das pessoas, para melhor cumprimento das atividades de gestão de ativos. Bem como para as competências individuais, é analisada a cultura dentro da organização e estudada a forma como a mudança pode ser conseguida, alcançando ótimos resultados para a organização.

## **6. Gestão de Risco**

A compreensão do risco é um conceito crítico na gestão de ativos, é uma função chave e uma área de competência. O seu foco está em ser capaz de se avaliar o risco de ação ou omissão no desempenho de ativos, no contexto dos objetivos empresariais da organização.

## **7. Gestão de Informações sobre Recursos**

A recolha e confronto da informação certa para fundamentar as decisões na gestão de ativos é crucial para alcançar o sucesso. Demasiados dados confundem e comportam elevados custos. Poucos dados resultam em decisões tomadas no escuro.



É fundamental assegurar que as pessoas certas tenham o direito à informação certa, para tomarem as melhores decisões.

Face à revisão de literatura efetuada, selecionou-se quatro características que se revelam qualidades para o gestor de ativos, posteriormente sujeitas ao conjunto de especialistas do painel *Delphi*, e foi atribuído o seu grau de importância no desempenho do seu papel.

Como resultado, estas qualidades tiveram como moda 4 e 5, ou seja, foram classificadas como “muito importante” ou “extremamente importante”. Essas características são:

- Compreensão do negócio;
- Compreensão do conceito risco/fiabilidade;
- Comunicação e negociação;
- Conhecimentos sólidos de gestão financeira.

Para além destas características mencionadas, foram acrescentadas, pelos especialistas do painel *Delphi*, outras vantagens competitivas para o gestor de ativos neste contexto, tais como:

- Liderança;
- Conhecimentos de engenharia;
- Poder de Comunicação e Persuasão;
- Capacidade técnica.

### **5.5.1 O gestor de ativos e a análise de dados**

Segundo Robertson (2015), uma análise robusta dos ativos facilita a otimização da disponibilidade, confiabilidade e facilidade de manutenção dos ativos. Os relatórios deverão ser constituídos a partir de dados fiáveis e disponíveis no sistema de gestão de informações dos ativos. O esforço de análise incidirá sobre os dados que podem ter um efeito significativo sobre a funcionalidade e o ciclo de vida operacional dos ativos. O processo de análise e melhoria contínua, segue um procedimento conjunto de verificações de rotina, previsto para fornecer uma abordagem sustentável. Este procedimento é detalhado como parte do processo de avaliação de desempenho de ativos para fornecer um nível de continuidade e para garantir se o processo de análise está em curso e não é afetado, em caso de uma mudança de pessoal.

Ainda de acordo com o mesmo autor, a análise de rotina da *checklist* depende principalmente dos dados e informações do sistema de gestão de informação dos ativos. Os exemplos incluem:

- O custo do ciclo de vida - Análise do LCC de ativos, incluindo manutenção programada e reativa, os investimentos, o consumo de energia, uso de peças sobressalentes, etc...
- Tarefas PM – *Planned Maintenance* concluídas para programar;
- Tarefas reativas concluídas dentro de tempos de resposta e de retificação;
- Falhas recorrentes;
- Ativos sem viabilidade econômica - eliminar ou restaurar;
- Análise do relatório de avaliação do estado do ativo;
- Tempo médio entre falhas significativa;
- Tempo médio significativo para reparar;
- Análise preditiva com tendência de falha;
- Confirmação ou ajuste da previsão do ciclo de vida;
- Avaliação da adesão ao caderno de encargos de serviços de manutenção subcontratada.

### **5.5.2 O gestor de ativos e a verificação/ação corretiva**

As atividades de análise e supervisão realizadas, incluem a supervisão do desempenho e/ou condição dos ativos e/ou sistemas de ativos, que utilizam o sistema de gestão de informações de ativos de manutenção, e outros métodos de comunicação. Tais como, pesquisas com clientes e reuniões de gestão do contrato. A monitorização e a medição da gestão de ativos prevê controlar os seguintes aspetos (Robertson, 2015):

- A medida em que forem cumpridos: a política; estratégia e objetivos da gestão de ativos;
- As medidas pró-ativas de desempenho, que supervisionem o cumprimento, legislação aplicável, exigências regulamentares, estatutárias e outras;
- As medidas reativas de desempenho que supervisionem as deteriorações relativas ao imobilizado, falhas, incidentes, não-conformidades e outras evidências históricas de desempenho de ativos ou sistemas de ativos subpadrão;
- A gravação de dados e resultados de monitorização e medição, suficiente para facilitar a subsequente ação preventiva e corretiva.

De acordo com o mesmo autor, a supervisão e a avaliação do desempenho são realizadas para determinar:

- O sistema de gestão de ativos está a funcionar como pretendido;
- Os ativos e/ou sistemas de ativos estão a funcionar conforme o necessário, por exemplo, saída, confiabilidade, disponibilidade, condições, etc.;
- Estão a ser cumpridos os planos de gestão de ativos e legislação aplicável, regulamentar, legal, e outros requisitos.

## **5.6 O papel do gestor de negócios**

Consideram-se, de acordo com Woodhouse (2014), algumas características que deveriam ser atribuídas ao papel do gestor de negócios.

De um conjunto de características, selecionou-se quatro, que se revelam qualidades para tal gestor, posteriormente sujeitas ao conjunto de especialistas do painel *Delphi*, e foi atribuído o seu grau de importância no desempenho do seu papel.

Como resultado, estas qualidades tiveram como moda 4 e 5, ou seja, foram classificadas como “muito importante” ou “extremamente importante”. Essas características são:

- Visão direcionada, clara e estilo;
- Liderança “*coaching*”;
- Compromisso visível e sustentado;
- Boa capacidade de comunicação.

Para além dos referidos atributos, consideram-se também as seguintes características:

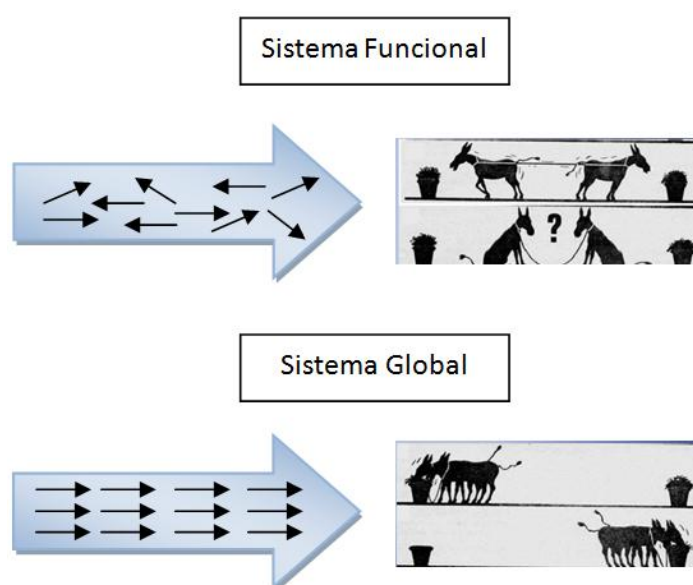
- Integração dos esforços ambientais, em todos os aspetos da organização, que pode ser cumprida através de uma elevada prioridade por parte da gestão;
- Comunicação interna adequada;
- Envolvimento de todos os sectores e funções da empresa;
- Coordenação de grupo, com outros projetos e outras iniciativas da organização;
- Participação ativa da gestão, estabelecendo estratégias e objetivos;
- Responsabilidade na gestão pelas medidas ambientais e a sua coordenação, baseadas no ciclo de vida, bem como de outras iniciativas e prioridades na organização;
- Ser fonte de inspiração para assegurar a motivação e a disponibilidade de ferramentas simples;
- Motivar e dar a conhecer, tornando visíveis os resultados das medidas ambientais;

- Ser o embaixador da empresa, com vista à divulgação das medidas ambientais, junto dos parceiros da cadeia do produto;
- Processamento dos dados durante a avaliação ambiental ou a avaliação do ciclo de vida;
- Capacidade de delegação e ser entusiasta.

## 5.7 A metodologia PDCA

De acordo com Imai, (1988), a metodologia *Kaizen* desenvolve o pensamento orientado por processos, por forma a promover a sua melhoria. O aperfeiçoamento dos processos deve refletir-se nos resultados da organização, pois caso contrário, significa que algo não está conforme nas alterações implementadas. Neste caso, a gestão deve proceder à identificação e a correção das alterações efetuadas. A filosofia *Kaizen* dá uma grande importância ao capital humano das organizações.

De acordo com o mesmo autor, um princípio chave da filosofia *Kaizen* prende-se com o conceito dos sistemas globais. O conceito de divisão funcional conciliado com maus sistemas de comunicação, origina “silos funcionais”, criando grandes obstáculos à melhoria dos processos da empresa. A divisão funcional é um paradigma quase “obrigatório” nas organizações, por forma a dividir tarefas e funções dentro da organização. No entanto, com o uso de bons sistemas de comunicação e práticas de incentivo à comunicação entre departamentos, é possível obter uma melhoria significativa da eficácia, com a organização a funcionar como um sistema global. A Figura 38 ilustra o conceito dos sistemas funcional e global.

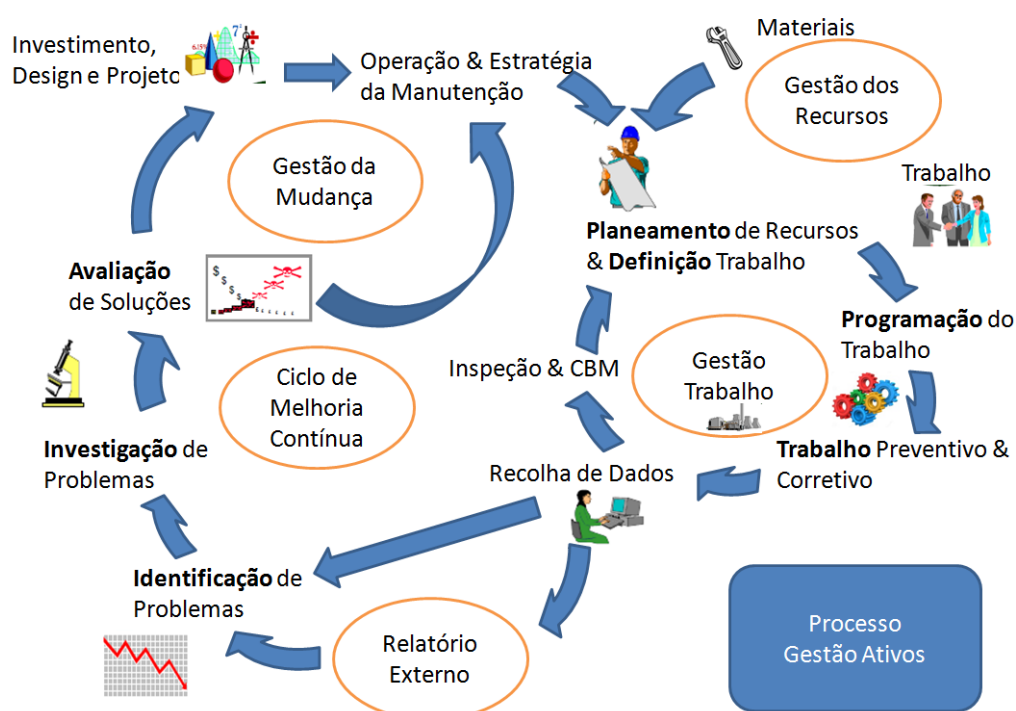


**Figura 38** – Sistema Funcional *versus* Sistema Global (Cunha, 2014).

De acordo com Fecha (2012), os princípios da metodologia *Kaizen* apresentam bastantes pontos em comum com a BSI PAS 55-1/2 (2008). Embora a primeira apresente um foco mais geral, em termos da sua abordagem à empresa, estas podem ser complementares e não metodologias opostas. A primeira grande semelhança entre a BSI PAS 55-1/2 (2008) e a metodologia *Kaizen* prende-se com a sua preocupação na melhoria contínua da organização. Na filosofia *Kaizen* este é o princípio base da sua existência. A BSI PAS 55-1/2 (2008) dedica uma secção da especificação à avaliação e melhoria das práticas e atividades dentro das organizações.

Ainda de acordo com o mesmo autor, o ciclo *Plan-Do-Check-Act* é uma das práticas defendidas pela BSI PAS 55-1/2 (2008), assim como a filosofia *Kaizen*. Em ambos os casos, a prática de revisão dos procedimentos implementados potencializa a implementação de melhorias na organização.

De acordo com Woodhouse (2014), a Figura 39 ilustra um processo iterativo de gestão de ativos de uma organização.

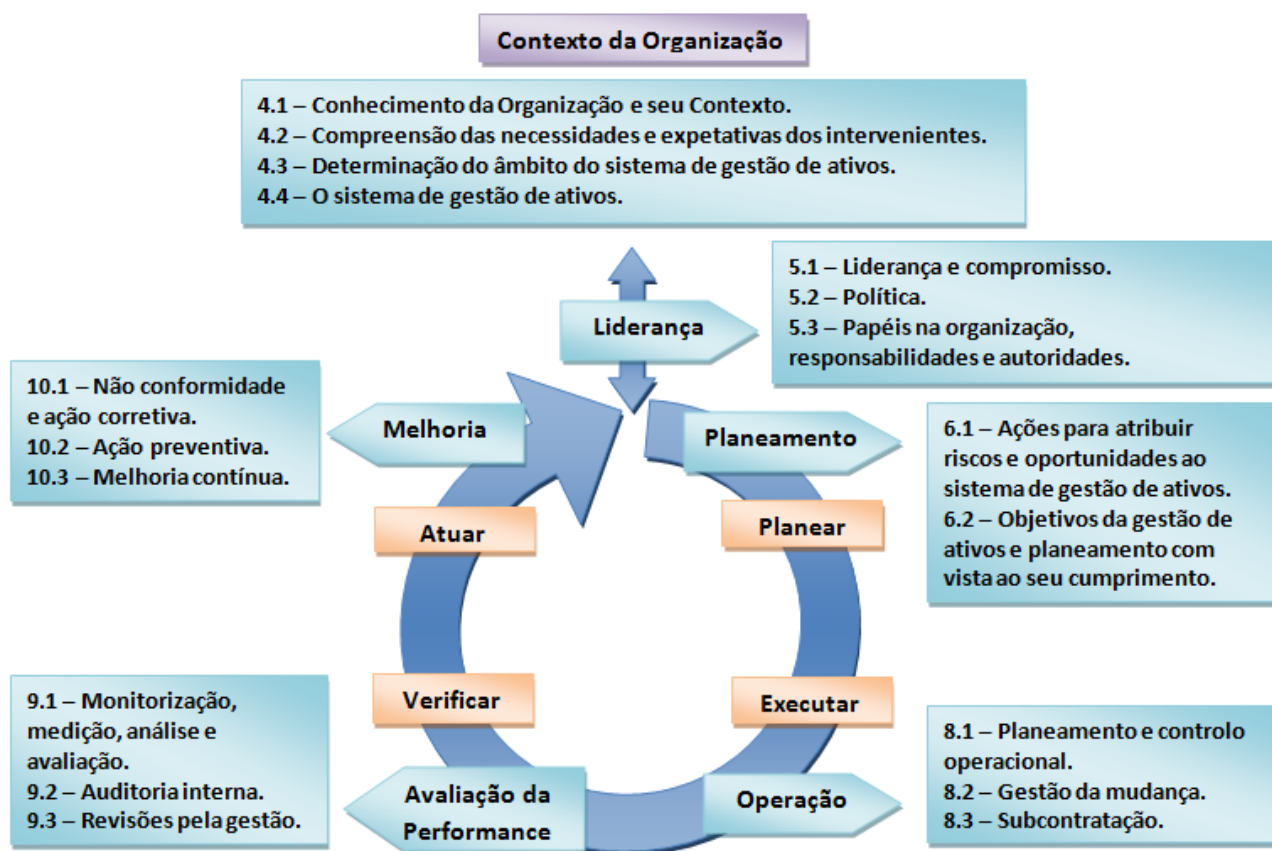


**Figura 39** – Processos da Gestão de Ativos “Adaptação de referência (Woodhouse, 2010)”.

Com base na metodologia PDCA – *Plan, Do, Check, Act*, e nos processos estabelecidos de melhoria, estes vão ajudar a melhorar continuamente a prestação de serviços na gestão de ativos (ISO 55002, 2014). A análise e aperfeiçoamento contínuos vão permitir:

- Refletir quaisquer mudanças nas necessidades de negócio do cliente ou estratégias;
- Beneficiar de avanços tecnológicos aplicáveis;
- Manter a competitividade das empresas.

Woodhouse (2014), ilustra na Figura 40 o ciclo PDCA com os pontos mais importantes da norma ISO 55001 (2014).



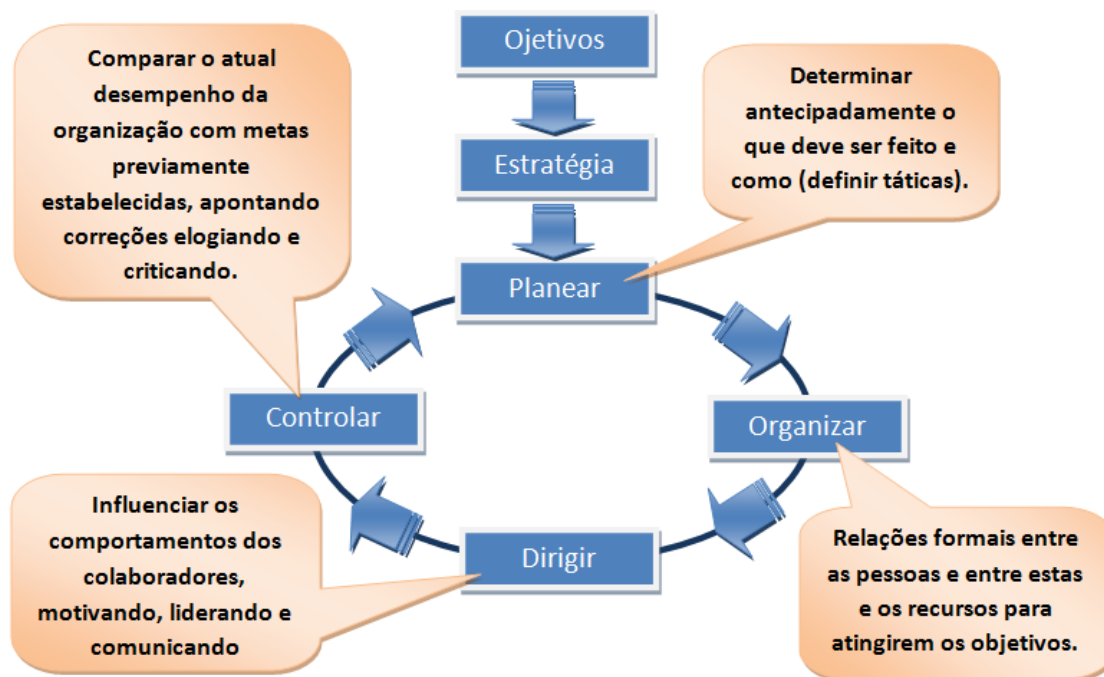
**Figura 40** – Ciclo *Deming* – PDCA, numa perspetiva da gestão de ativos “Adaptação de referência (Woodhouse, 2014)”.

Segundo Assis (2012), o desempenho dos ativos físicos é influenciado pelos períodos de inatividade, devidos a falhas técnicas e por diversas ineficiências, todas causadas diretamente ou indiretamente:

- Pelas políticas de manutenção adotadas;
- Pela forma como as ações de manutenção são executadas.

Assis (2014), refere que é preciso melhorar-se o desempenho, e cita Jack Welch que conclui, que é necessário medir para gerir. Colocando-se diversas questões relativamente à medição, tais como:

- O quê, onde e quando? Propondo, para o efeito, o ciclo de gestão ilustrado na Figura 41.



**Figura 41** – Ciclo de Gestão PDCA (Assis, 2014).

Um ciclo de melhoria contínua na prestação de serviços para o cliente, deverá ser conduzido através de KPIs e suportada por uma cultura organizacional integrante. Esta abordagem é comprovada e robusta, sendo simples de articular a todos os níveis. O ciclo PDCA, também conhecido como o ciclo de *Deming* ou *Shewhart*, pode ser resumido da seguinte forma (Robertson, 2015):

**Planear** - estabelecer os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com as especificações;

**Executar** - implementar o planeamento, os processos, fazer o produto;

**Verificar** - monitorizar e avaliar os processos e os resultados em relação aos objetivos e especificações, apresentando resultados;

**Corrigir** - aplicar ações corretivas. Significa examinar todas as etapas anteriores e modificar o processo, para melhorá-lo antes de sua próxima execução.

## 5.8 O investimento na gestão de ativos industriais

De acordo com Assis (2014), o projeto de investimento é construído segundo uma de duas perspetivas:

- O projeto apresenta investimentos, custos e proveitos. Neste caso o total dos proveitos deve ser maior do que a soma total de custos com o total de investimentos;
- O projeto apresenta só investimentos e custos, onde o total de economias geradas (diferença de custos entre alternativas) deve ser maior do que o total de investimentos.

De acordo com Assis (2014), os investimentos segundo a sua natureza, podem ser corpóreos, incorpóreos ou financeiros. Sendo que o investimento corpóreo refere-se a ativos fixos (edifício, máquinas, etc.) ou ativos circulantes (*stocks*, crédito, concedido a clientes, etc.), no caso de investimentos incorpóreos refere-se a ativos (tais como patentes, marcas, *trespasses*, etc.) e encargos (formação, publicidade, investigação & desenvolvimento, etc.). O investimento financeiro é relativo a títulos de participação (médio e longo prazo) e empréstimos a empresas pertencentes ao mesmo grupo económico (curto prazo).

A perda progressiva de valor (degradação) dos ativos (corpóreos e incorpóreos) é compensada através da constituição progressiva de uma reserva de capital, destinado a repor aqueles ativos num estado novo, findo o seu tempo de vida útil. Na perspetiva fiscal, aquela perda é considerada um custo do exercício em que ocorre (Assis, 2014).

Por outro lado, Assis (2014) classifica os investimentos segundo o seu objetivo, como sendo produtivo, obrigatório ou estratégico. O investimento produtivo visa alterações de capacidade ou de melhoria da produtividade, enquanto o investimento obrigatório visa o cumprimento de legislação em matéria de poluição, higiene e segurança, etc., e por fim o investimento estratégico visa assegurar o futuro da empresa, tal como: melhoria do ambiente social; investigação e desenvolvimento; formação profissional; publicidade; etc.

Assis (2014) classifica os investimentos produtivos em 4 grupos:

- Reposição, substituição ou renovação, que visam manter a capacidade, substituindo equipamentos usados por novos com as mesmas características técnicas;
- Investimentos de capacidade ou de expansão que visam aumentar a capacidade de produção de forma a corresponder ao aumento da procura;
- Investimentos de modernização, de racionalização ou de produtividade que visam substituir equipamentos usados ou obsoletos por outros com melhores características



técnicas, isto é, equipamentos que permitem obter a mesma produção, com menores custos e/ou melhor qualidade com os mesmos ou menores custos;

- Investimentos de diversificação ou de inovação que visam produzir novos produtos para que a empresa acompanhe as tendências dos mercados.

## **5.9 A envolvente exterior**

Face à revisão de literatura efetuada, e de um conjunto de fatores que se consideraram relevantes, selecionou-se quatro para integrar o MAIGAI, posteriormente sujeitos ao conjunto de especialistas do painel *Delphi*, e foi atribuído o seu grau de importância.

Como resultado, estes fatores tiveram como moda 4 e 5, ou seja, foram classificados como “muito importante” ou “extremamente importante”. Esses fatores são:

- Tecnologia;
- Clientes e mercado;
- Legislação e normas;
- *Stakeholders*.

Para além destes fatores mencionados, foram acrescentados, pelos especialistas do painel *Delphi*, outras características para a envolvente exterior do MAIGAI, tais como:

- *Lobby*;
- Clientes e mercado fazem parte dos *Stakeholders*;
- Envolvente da unidade industrial;
- Notoriedade da marca.



## 6 A Metodologia *Delphi*

### 6.1 O método *Delphi*

De acordo com Wright e Giovinazzo (2000), o método *Delphi* passou a ser disseminado no início dos anos 60, do século XX, por intermédio de investigadores da *Rand Corporation*. O objetivo original era desenvolver um método para aprimorar o uso de opinião de especialistas na previsão tecnológica. Os autores consideram que o consenso no método *Delphi* representa uma consolidação do julgamento intuitivo do grupo participante. Pressupõe-se que o julgamento coletivo, ao ser bem organizado, é melhor do que a opinião de um só indivíduo. O anonimato dos respondentes e o *feedback* de respostas do grupo para reavaliação nas rodadas de perguntas subsequentes, são as principais características desse método. O princípio de operação do método é a regular e sistemática apresentação de perguntas, sobre de um determinado problema, a um grupo de especialistas. Tal implica a constituição de um grupo de especialistas em determinada área do conhecimento, que respondem a uma série de questões relativas a um problema de pesquisa claramente definido. A síntese dos resultados das rondas em questionários anteriores é comunicada aos especialistas, que após nova análise, retornam com as suas opiniões críticas ao conteúdo. Em cada etapa, podem ser introduzidas novas perguntas, como forma de estimular a reflexão dos especialistas. As interações sucedem-se desse modo até que um consenso, ou quase consenso, seja atingido. As etapas com perguntas são chamadas de “rondas”, na presente dissertação.

Outro fator importante para a condução adequada do método *Delphi*, de acordo com Wright e Giovinazzo, é o anonimato entre os participantes. Este é um modo de reduzir a influência de um sobre o outro, visto que eles não se intercomunicam diretamente durante a realização do painel de especialistas. O principal aspeto positivo deste anonimato é a impossibilidade de um determinado especialista ser influenciado pela reputação de outro mais experiente. Outra vantagem é a possibilidade da mudança de opinião, sem que isso leve a um constrangimento do especialista. O especialista pode defender as suas opiniões com tranquilidade, mesmo que divergentes que as demais, sabendo que a sua diferença de opinião não vai ser conhecida pelos outros especialistas.

## 6.2 As rondas do método *Delphi*

### A Primeira Ronda

De acordo com Custer *et al.* (1999), na primeira ronda, o processo *Delphi* começa tradicionalmente com um questionário aberto. O questionário aberto serve como a pedra angular para o caso de solicitar informações específicas sobre uma determinada área de conteúdo. Depois de receber as respostas dos especialistas do painel, o investigador precisa de converter as informações recolhidas num questionário bem estruturado. Este questionário é utilizado como um instrumento de pesquisa para a segunda ronda de recolha de dados.

### A Segunda Ronda

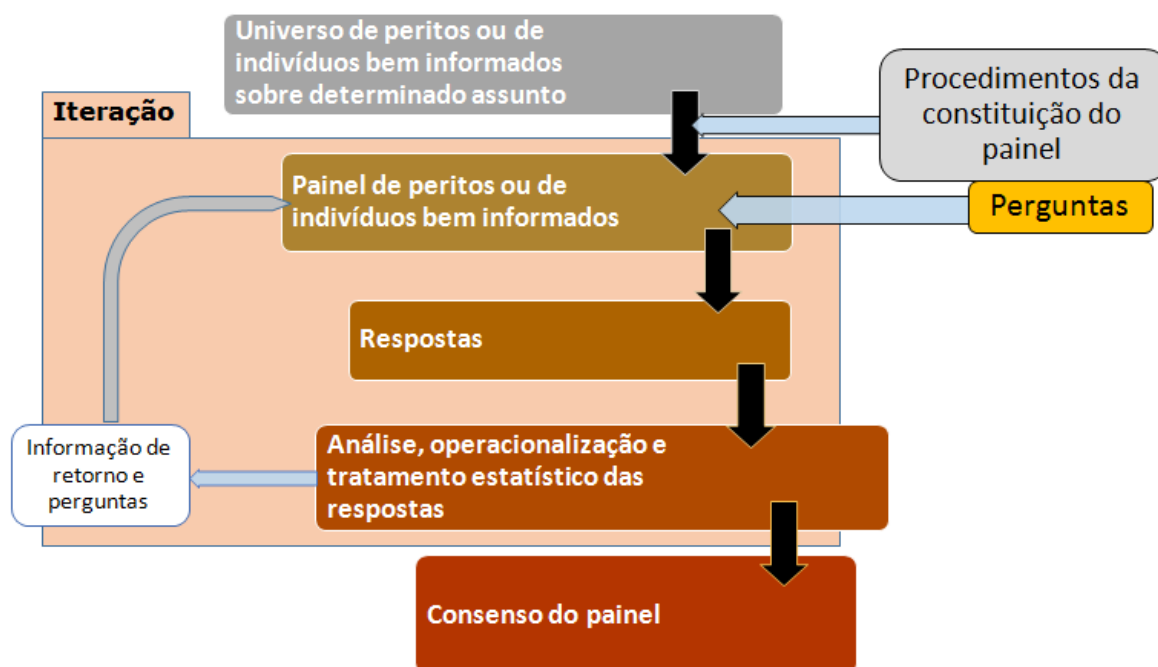
Na segunda ronda, de acordo com Ludwing (1994), cada participante recebe um segundo questionário *Delphi* e é convidado a rever os itens resumidos pelo solicitador deste inquérito, com base nas informações fornecidas na primeira ronda. Assim, o painel *Delphi* de especialistas pode ser obrigado a avaliar ou estabelecer prioridades preliminares entre itens. Como resultado da segunda ronda, são identificadas as áreas de divergência e de concordância. Segundo Jacobs (1996), em alguns casos, o painel *Delphi* de especialistas é convidado a declarar a razão quanto às prioridades de classificação entre os itens. Nesta ronda, começam a formar-se o consenso e os resultados reais podem ser apresentados entre as respostas dos participantes.

Segundo Delbecq, *et al.* (1975), no caso da segunda ronda, ser considerada a última ronda, esta última oferece uma última oportunidade para os participantes reverem as suas respostas. Deve ser lembrado que o número de iterações *Delphi* depende em grande medida do grau de consenso procurado pelos investigadores, contudo, normalmente pode variar de três a cinco.

## 6.3 Sequência e número de rondas realizadas

Teoricamente, o processo *Delphi* pode ser continuamente iterado até que o consenso seja alcançado. No entanto, Cyphert, *et al.* (1971), Brooks, (1979), Ludwing (1994) e Custer *et al.* (1999), apontam que três iterações são, muitas vezes, suficientes para recolher as informações necessárias e, na maior parte dos casos, chegar-se a um consenso.

A definição do número de rondas a serem realizadas na presente dissertação dependeu fundamentalmente da obtenção de um nível de consenso aceitável para o seu propósito. O esquema iterativo foi estabelecido conforme Figura 42.



**Figura 42** – Esquema iterativo da metodologia *Delphi* (Dias, 2015).

No presente trabalho foram realizadas apenas duas rondas com o método *Delphi*, número que possibilitou o alcance de consenso, na primeira ronda em 83% das respostas, ou seja em 24 das 29 perguntas fechadas, e na 2ª ronda em cerca de 97% das 29 respostas com perguntas fechadas, ou seja, na 2ª e última ronda houve apenas 1 pergunta em que 1 dos respondentes respondeu desfavoravelmente por uma razão que será explicado adiante. O tempo médio entre cada ronda foi de 15 dias, contudo, foram necessários 26 dias para a 1ª ronda e apenas 4 dias para a segunda ronda, por este conter um número significativamente menor de questões a responder.

O questionário foi originalmente desenvolvido com base na revisão da literatura, e foram apresentadas 29 perguntas fechadas e 5 perguntas semiabertas, num total de 34 perguntas que constituíram o inquérito na 1ª ronda, divididas em 8 grupos (ver Anexo I). Confirmada a ideia da dificuldade de apreciação, por parte de alguns dos especialistas com algumas respostas dispersas, efetuou-se uma segunda ronda, apenas com as mesmas questões já colocadas e nas quais ocorreu divergência de respostas, com o intuito de obtenção de consenso, em apenas 5

das 29 perguntas dirigidas aos respondentes que divergiram na 1ª ronda. A razão pela qual, na 2ª ronda, se dirigiam as 5 perguntas apenas a 5 inquiridos, deveu-se ao facto da moda ser claramente desfavorável a este grupo minoritário de respondentes.

Para a consulta aos especialistas utilizou-se o *Google Drive*. Esta ferramenta informática permitiu, de uma forma simples e eficaz, a realização do inquérito nas suas 2 rondas. Os inquiridos foram abordados por correio eletrónico com a apresentação do questionário que inclui o *link* de acesso direto ao questionário, ainda assim, foi necessário desenvolver um quadro, com as perguntas e com um campo para assinalar as repostas (ver Anexo V), disponibilizado aos inquiridos que não dispunham de acesso à plataforma do *Google Drive*. Segundo a recomendação de Marconi e Lakatos (1999), junto com o questionário deve enviar-se uma nota explicativa da natureza da pesquisa, a sua importância e a necessidade de se obterem as respostas, tentando despertar o interesse do destinatário, para que ele preencha e devolva o questionário preenchido dentro de um prazo razoável (ver Anexos VI, VII, VIII, IX e X).

O questionário foi disponibilizado através do seguinte *link* para o seu preenchimento:

<https://docs.google.com/forms/d/1JPNdPN77zbs1ueq1ljM8Y3XrpGcrZSXJFqATEebHmP0/viewform>

A distribuição temporal de envios e de respostas completas, iniciou-se do dia 22 de abril de 2015 e terminou no dia 25 de maio de 2015.

As 29 perguntas fechadas foram de carácter obrigatório, no entanto as 5 perguntas semiabertas foram de resposta facultativa. A resposta facultativa foi utilizada por apenas 3 dos 18 respondentes, ou seja, 17% dos respondentes.

A ausência maioritária de resposta à pergunta semiaberta foi interpretada como concordância relativamente ao tema abordado no grupo de perguntas.

As respostas recebidas através do *Google Drive*, foram analisadas para verificação dos pontos de consenso. Após essa análise, foi efetuada uma segunda ronda (ver Anexo III) e posteriormente, após última análise, decidido o fecho do inquérito ao conjunto dos especialistas, cujos resultados se apresentam no Anexo IV. Se por um lado Hsu e Stanford (2007) aconselham um mínimo de 45 dias para as diversas possíveis rondas, por outro, os mesmos autores também referem que a partir das quinze respostas, a fiabilidade e o apuro conseguidos como o acréscimo cada novo respondente passa a ser irrelevante.

Com efeito, admitiu-se como adequada uma mediana obtida de 4,5. Que, de acordo com Hsu e Stanford (2007), aconselham apenas um valor de 3,25 para uma escala tipo *Likert* <sup>1</sup>. Apesar de em nenhuma das perguntas se ter verificado uma mediana inferior a este valor, decidiu-se a realização da 2ª ronda.

Nas vantagens competitivas descritas nas respostas semiabertas, foram consideradas aquelas que se justificaram, após interpretação, à adequação de alguns pormenores para a constituição do MAIGAI - Modelo Abrangente e Integrado de Gestão Ativos Industriais melhorado, representado na Figura 30.

A Tabela 2 resume o referido atrás.

**Tabela 2** - Resumo do processo empírico de validação do MAIGAI.

Investigação Qualitativa	Validação do Modelo	Dimensão do Painel	Questionários	Unidade de Análise
Painel <i>Delphi</i>	Interna	Especialistas Contactados - 24 Especialistas Respondentes - 18	1ª Ronda - Obrigatória	MAIGAI
			2ª Ronda - Realizada	
			3ª Ronda - Não Necessária	

Deste modo, e nestas condições deu-se por encerrado o painel de especialistas e iniciou-se o processo empírico com a validação interna do MAIGAI por recurso ao painel *Delphi*.

Apesar de o anonimato ser uma das características do método Delphi, segundo Kayo e Securato (1997), neste inquérito podia ter-se revelado os nomes dos respondentes a partir da 2ª ronda, e da divulgação das respostas, ou seja, esta razão apontada poderia funcionar como fonte de motivação para a participação dos especialistas, situação que não foi necessário utilizar, dado que se obteve a totalidade das respostas logo ao final de 4 dias, na 2ª ronda.

## 6.4 Repercussões da aplicação do método de *Delphi*

O questionário, com a aplicação do método *Delphi*, teve como principal objetivo a validação empírica do MAIGAI. Segundo Marconi e Lakatos (1999), o questionário é constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do investigador. Fachin (2003), ressalta o fato de que o questionário ao ser preenchido sem a presença do solicitador do inquérito garante o seu anonimato.

Existiu apenas uma questão no inquérito que não teve consenso total. Ocorreu divergência significativa em apenas 1 especialista, que considerou outra interpretação em

1 - Escala de *Likert* – Uma escala tipo *Likert* é composta por um conjunto de frases (itens) em relação a cada uma das quais se pede ao sujeito que está a ser avaliado para manifestar o grau de concordância desde o *nada importante* (nível 1), até ao *extremamente importante* (nível 5), (Cunha, 2007). 111

relação à aplicabilidade do conceito PDCA sobre o ciclo de vida do ativo, e nesse sentido não existiu nenhum ponto importante que tenha dado margem significativa para originar um determinado volume de divergência entre os especialistas. O painalista divergiu por ter apresentado uma resposta neutra, possivelmente ele não sabia como responder e preferiu não se comprometer. Dado que ele não justificou o porquê da sua resposta neutra. Assim, essa pergunta ficou com uma maioria de respostas favoráveis, mas 1 menos favorável, o que não é significativo para a desvalorização do modelo, e por isso não se justificou a realização de uma 3ª ronda,

## 6.5 Critério de seleção dos especialistas

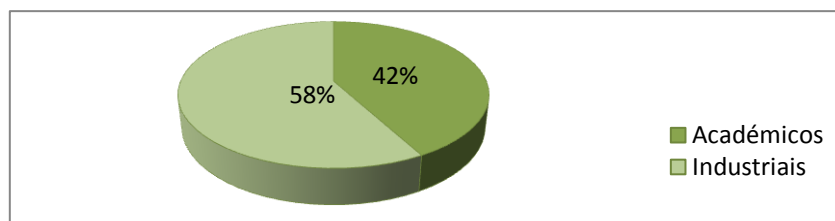
A população ideal deste estudo seriam todos os especialistas ligados às universidades e também da área industrial, não sendo possível atingir esse objetivo, por ser impossível, foi efetuado um esforço para chegar a um determinado número consensual de especialistas, sem qualquer distinção de indústria ou universidade. Dias (2015) cita Hsu e Stanford (2007), no que concerne à dimensão do painel. Ainda de acordo com estes autores, é corrente o número de especialistas ficar abaixo da meia centena. Neste trabalho partiu-se para a primeira ronda contactando 24 especialistas, ou seja em conformidade com a prática aconselhada.

Uma vez que a técnica *Delphi* se concentra em suscitar opiniões de especialistas ao longo de um curto período de tempo, a seleção dos painelistas *Delphi* é geralmente dependente das áreas de competência exigidos pela questão específica. Todos os especialistas consultados têm formação base em engenharia e relevante experiência no ramo industrial, considerado um critério chave para a sua seleção.

Para a escolha dos especialistas, recorreu-se a várias fontes, onde o painel selecionado se julgou estar em condições de poder participar através de um inquérito com questões (por vezes com elevado grau de dificuldade), mesmo para quem correntemente lida com o tema tão emergente como é a gestão de ativos. De qualquer modo entendeu-se que, embora oriundos de diversas especialidades de engenharia, de uma forma geral, cada um deles dominaria mais umas matérias que outras, mas estaria em condições de responder ao total das questões. Mesmo assim tem de se reconhecer a grande dificuldade envolvida nos inquéritos e a grande exigência que recaiu sobre os especialistas respondentes.

Do conjunto dos especialistas consultados, cerca de 42%, são académicos e os restantes 58% são industriais, conforme Figura 43.





**Figura 43** – Composição do Painel *Delphi*.

Dos 24 especialistas consultados, foram 18 os que responderam ao inquérito, ou seja, 75% dos inquiridos.

Desses 18 respondentes, 8 são académicos e os restantes 10 são industriais, onde a larga maioria dos académicos é doutorada e pertencem a 3 diferentes universidades nacionais. Os industriais são engenheiros que apresentam uma larga experiencia, desde a gestão do negócio, à engenharia e manutenção nas maiores industrias nacionais.

No cabeçalho do inquérito (ver Anexo I) o inquirido teve de se identificar, e como já anteriormente referido, seguido por um total de 8 grupos de questões, referentes aos diferentes níveis que constituem a organização industrial, que representam a base do MAIGAI.

O primeiro nível é referente à “envolvente externa”. Para este nível foram realizadas 5 perguntas, em que uma delas é semiaberta, permitindo assim ao inquirido dar a sua contribuição, no que diz respeito às características mais relevantes nessa envolvente, para a gestão de ativos da organização industrial (por ex.: Legislação e Normas).

No segundo nível, foi colocada uma questão sobre o método iterativo de gestão PDCA, com uma breve introdução sobre este conceito por forma a enquadrar o inquirido para o seu nível de importância para a gestão de ativos.

No terceiro nível, foi colocado uma outra questão sobre o ciclo de vida do ativo e a sua relação com o método iterativo PDCA.

No quarto nível, coloca-se uma questão sobre o investimento, sistemas e processos e a importância da sua inserção num meio de gestão.

No quinto nível, são apresentadas 6 questões sobre as vantagens competitivas para a Operação e Manutenção na gestão de ativos de uma unidade industrial (por ex.: produção e tratamento de dados).

No sexto, sétimo e oitavo níveis são apresentadas 20 questões sobre as vantagens competitivas para cada uma das partes integrantes: engenharia, gestor de ativos, gestão do negócio, e o seu processo de integração num contexto de gestão de ativos de uma organização industrial.

Em resumo, cada uma das questões ou grupo de questões pretendeu obter dos especialistas a confirmação (ou não) da pertinência de cada um dos itens integrantes do MAIGAI.

Além disso, pretendeu-se também obter uma opinião específica dos especialistas, quanto às vantagens competitivas, que fizeram parte da revisão bibliográfica, nas diferentes partes integrantes do MAIGAI.

Após cerca de 30 dias para a receção de respostas, que foram surgindo lentamente, e já na posse de 18 respostas, bloqueou-se o questionário, cujos resultados se apresentam no Anexo II.

## 6.6 Conclusão

A gestão de ativos é considerada uma complexa interação de planeamento e controlo das atividades relacionadas com ativos dentro uma organização industrial, sendo que foi estabelecido esse conjunto de atividades relacionadas com ativos físicos. A gestão de ativos deve ser observada a partir de várias perspetivas, dependendo dos níveis de gestão da organização industrial: a gestão do negócio, também designada gestão de topo, a engenharia com toda a sua envolvente, a operação e manutenção, e por fim o papel do gestor de ativos. Estas perspetivas podem ser combinadas num único quadro que representa as atividades, relações e mecanismos que desempenham um papel na gestão de ativos, da eficácia do sistema, pelo que a esse quadro foi designado o nome de MAIGAI. O modelo apresentado por este quadro para uma organização industrial, através de um modelo funcional e integrado, é proposto como um guia para a prática gestão de ativos, que visa atingir uma estratégia competitiva para essa organização. Argumenta-se que o quadro proposto pode ser utilizado como referência para gestão de ativos e respetivas ações que devem ter lugar nessa organização.

A técnica *Delphi* tem e continuará a ser uma importante metodologia de recolha de dados, com uma ampla variedade de aplicações e utilizações para os investigadores que pretendem recolher informações daqueles que estão imersos e embutidos neste tópico de interesse, e assim fornecer em tempo real o real conhecimento do mundo.

Em resumo, conclui-se que o objetivo da aplicação da metodologia *Delphi* foi, no essencial, proceder à validação empírica do MAIGAI, objetivo esse que foi alcançado com sucesso, ainda assim, o painel melhorou o MAIGAI.

## 7 Conclusões

Os benefícios de uma melhor gestão dos ativos físicos, com um conscientemente foco integrado na realização de valor em todo o seu ciclo de vida, já está robustamente comprovado em diversas indústrias e ambientes. A BS ISO 55000 (2014) é a primeira norma em todo o mundo que tenta integrar os aspetos essenciais genericamente aplicáveis, para a gestão de qualquer tipo de ativo. Não se trata, no entanto, de tentar definir o "como fazer", pois isso depende da organização, do contexto e dos ativos a serem geridos. Pode, portanto, esperar-se ao longo dos próximos anos, uma rápida expansão no setor industrial interpretando e aplicando os requisitos da BS ISO 55001 (2014) em diferentes circunstâncias. É provável, por exemplo, que a BSI PAS 55-1/2 (2008) continuará a ser popular na medida em que expandiu as suas orientações na gestão dos ativos físicos.

A existência das normas BS ISO 55000/1/2 (2014) também proporcionará significativas oportunidades em reexaminar e refinar as relações dos investidores dos ativos com os *stakeholders*, assim como nos processos integrados que envolverão inevitavelmente a engenharia com a sua envolvente.

Pretendeu-se com este trabalho final de mestrado representar, de uma forma gráfica e simplificada, o papel da engenharia na gestão de ativos de uma unidade industrial através da conceção de um modelo. Este modelo que se designou por MAIGAI, referido anteriormente como sendo um Modelo Abrangente e Integrado da Gestão de Ativos Industriais, foi obtido pela dedução teórica, efetuada a partir da revisão da literatura. A sua validação empírica foi efetuada através da aplicação da metodologia de *Delphi*, onde se concluiu que as respostas foram muito favoráveis a todos os elementos constitutivos do modelo, bem como das suas interligações, obtendo-se assim o sucesso da sua validação, e inclusive a sua melhoria.

O MAIGAI dispõe, relaciona e integra os diferentes níveis, que constituem maior relevância, quanto ao seu papel na gestão de ativos de uma organização industrial. O modo gráfico deste modelo, permite visualizar a integração interfuncional, assim como as interfaces que se constituem relevantes, com a gestão de ativos industriais.

#### Vantagens do MAIGAI:

- Representação gráfica, através de um modelo, da integração interfuncional da engenharia com os restantes níveis de uma empresa industrial, a sua relevância e abrangência com a envolvente;
- Visão gráfica e simplificada da abrangência da gestão de ativos na indústria;
- Demonstração e evidência da integração entre os seus principais níveis hierárquicos;
- Visão integrada do ciclo de vida com o método iterativo PDCA para melhor compreensão da gestão de ativos, que se chamaram industriais;
- Relaciona a envolvente exterior com a gestão de ativos industriais;
- Relaciona a importância do investimento, dos processos e dos sistemas para a gestão dos ativos industriais.

Em resumo, a revisão bibliográfica efetuada contribuiu para a identificação de quatro áreas-chave, que devem ser adotadas ou utilizadas de forma mais eficaz, para melhorar a prática da gestão de ativos numa organização industrial:

- **Tomada de decisão eficaz.** Melhorar a tomada de decisão em toda a organização, através de uma melhor utilização financeira de longo prazo, e também não financeira, assim como métricas para entregar valor a todos os envolvidos na gestão de ativos;
- **As mudanças organizacionais.** As organizações devem evoluir de modo a permitir uma melhor tomada de decisão, partilhando conhecimentos e competências, quebrando silos e limites decorrentes da especialização funcional;
- **Recolha de dados, compartilhamento e padrões.** Melhorar a qualidade e a disponibilidade da informação disponível para a tomada de decisão;
- **A análise preditiva.** As novas TI estão disponíveis para melhorar a gestão de ativos, contudo, deverão ser ultrapassados vários obstáculos que impedem a sua utilização eficaz.

Com efeito, é a eliminação dos silos e a consideração dos ativos em sistemas, juntamente com a otimização de seus ciclos de vida, que são princípios fundamentais da boa gestão de ativos.

A gestão de ativos pode fornecer uma metodologia para auxiliar em todas as situações referidas neste trabalho. Pode melhorar a qualidade de vida de milhões de pessoas.

Quando bem executada, terá um impacto positivo sobre o bem-estar comum, e esse será o novo papel para a engenharia na gestão de ativos das organizações industriais.

## Referências Bibliográficas

- Agrawal, M. (2001). “*Treasures within ourselves*”, Network Magazine – Technology Decisions for Enterprise, Indian Express Group, Mumbai.
- Al-Marsomi, M. (1997). “*Industrial System Analysis and Design*”, Higher Institute of Industry.
- Alsyouf, I. (2006). “Measuring maintenance performance using a balanced scorecard approach”, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 12(2):133-149.
- Amadi-Echendu, J. E. (2004). *Managing physical assets is a paradigm shift from maintenance*, Singapore, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Assis, R. (2012). *Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos Físicos*, LIDEL.
- Assis, R. (2014). *SAD-GMAF – Sistema de Avaliação do Desempenho da Gestão da Manutenção de Ativos Físicos*.
- Assis, R. (2015). *Análise de Investimentos em Gestão da Manutenção*. APMI – Associação Portuguesa de Manutenção Industrial.
- Arnold, S., Lowson, W. H. (2004). “Viewing system from a business perspective: The ISO/IEC 15288 Standard”. *System Engineering*, 7 (3).
- Bamber, G. J., Lansbury, R. D., Wailes, N. (2004). *International and Comparative Employment Relations: Globalisation and the Developed Market Economies*, 4th ed. London: Sage.
- Barringer, W. L. (1997). "Before using fly ash", *Concrete International* 19(4): 39-40.
- Blanchard, B. S. (2009). *Systems engineering and analysis*, Englewood Cliffs, N. J. Prentice Hall.
- Bounder, F., Slavin, D., Lofstedt, R. (2009). *The Tolerability of Risk - A New Framework for Risk Management*, Routledge.
- Bromley, D. A. (2009). *A biographical memoir by Walter Greiner and Neal Lane*. National Academy of Sciences, Washington DC.
- Bronowski, J. (1964). *A Técnica - O Homem Recria o Mundo*. Lisboa: Publicações Europa-América.
- Brooks, K. W. (1979). Delphi technique: Expanding applications, *North Central Association Quarterly*, 54 (3), 377-385.

Campbell, J. D. (1995). "Outsourcing in maintenance management. A valid alternative to selfprovision". *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 1(3): 18-24.

Charles, A. S., Alan, C.B. (2005). "Asset life cycle management: towards improving physical asset performance in the process industry, "*International Journal of Operations & Production Management*, 25 (5/6): 566.

Cunha, A. C. (2014). Gestão de ativos: Normas ISO 55000/1/2, NOTM – Novas Técnicas de Manutenção/APMI.

Cunha, A. C. (2015). Gestão de ativos e a metodologia RCM, NOTM – Novas Técnicas de Manutenção/APMI.

Custer, R. L., Scarcella, J. A., Stewart, B. R. (1999). The modified Delphi technique: A rotational modification, *Journal of Vocational and Technical Education*, 15 (2), 1-10.

Cunha, L., (2007), "Modelos rash e escalas likert e thrustone na medição de atitudes", Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Tese de Mestrado.

Cyphert, F. R., Gant, W. L. (1971). The Delphi technique: A case study. *Phi Delta Kappan*, 52, 272-273.

Davis, R. (2015). *An Introduction to Asset Management*, IAM. Disponível em: [http://www.hvds.co.nz/files/docs/10695\\_iam\\_beginners\\_guide\\_low\\_9.pdf](http://www.hvds.co.nz/files/docs/10695_iam_beginners_guide_low_9.pdf), consultado em 08/09/2015, ISBN: 978-0-9571508-3-6.

Delbecq, A. L., Van de Ven, A. H., Gustafson, D. H. (1975). *Group techniques for program planning*. Glenview, IL: Scott, Foresman, and Co.

Depool, T., Amendola, L. (2014). "Evolución de la Gestión de Mantenimiento a la Gestión de Activos ISO 55000", Project Management & Maintenance, MBA PMM – Business School, – Business & Physical Asset Management, V edición.

Dias, A. (2015). "*Proposta de um modelo de referência para a concepção e desenvolvimento de novos produtos*", Faculdade de Engenharia da Universidade da Beira Interior, Tese de Doutoramento.

Dwight, R. (1999). *Frameworks for Measuring the Performance of the Maintenance System in a Capital Intensive Organization*. Mechanical Engineering. Wollongong, University of Wollongong. Doctorate of Philosophy: 172.

Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. (2002). Lisboa. Círculo de Leitores.

El-Akruti, K., Dwight, R. (2013a). *A framework for the engineering asset management system*. University of Wollongong.

El-Akruti, K., Dwight, R., Zhang, T., Al-Marsumi, M. (2013b). *The role of life cycle cost in engineering asset management*. University of Wollongong.

- Evan, R. (2008). *Industrial maintenance data collection and application: Developing an information strategy for an industrial site Mechanical Department*. University of Wollongong. Doctor of Philosophy.
- Fachin, O. (2003). *Fundamentos de metodologia*, 4ª ed., São Paulo, Saraiva.
- Faro, H. (1998). *Gestão da Manutenção – Guia do Formando*, Instituto do Emprego e Formação Profissional.
- Fecha, J. (2012). “*Aplicação da PAS 55 ao departamento de operação e manutenção da operadora da rede elétrica de distribuição*”. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Tese de Mestrado Integrado.
- Ferreira, L.A. (2012). “*Maintenance and Asset Management Two Sides of the Same Coin?*”. Maintworld – Maintenance & Asset Management.
- Ferreira, L. A. (2013). *Conferência – Gestão de Ativos Físicos*, Ordem dos Engenheiros.
- Figueiredo, J. D. (2015). A engenharia no tempo em que a especialização se dilui na equipa, *Revista Ingenium*.
- Floyd, S. W., Wooldridge, B. (1992). “*Managing strategic consensus: The foundation of effective implementation.*”. *Academy of Management Executive*, 6(4): 27-39.
- Garcez, P. A. (1989). Engenharia industrial: um instrumento de gestão. *Expresso*.
- Geraeds, W. M. J. (1992). "The EUT maintenance model." *International Journal of Production Economics* 24(3): 209-216.
- GFAMAM. (2014). Global Forum On Maintenance & Asset Management. *The Asset Management Landscape*, second edition.
- Hardwick, J. (2008). *Asset Management Frameworks*. Asset Council, Melbourne.
- Gordon, D. B. (1998). *A Strategic Information System for Hospital Management, Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering*. Toronto. University of Toronto. Doctor of Philosophy.
- Gulati, R., Bruce, D. (2015). “*Reliability Centered Design*”. Reliabilityweb.com.
- Hawes, T. (2009). “A competitive Intelligence note to a general manager”, Jthawes Consulting, disponível em: <http://blog.jthawes.com/2009/09/21/a-competitive-intelligence-note-to-a-general-manager/>, consultado em 19/09/2015.
- Heitor, M., Brito, J. M. B., Rollo, M. F. (2002). “*Engenho e Obra - Engenharia em Portugal no Século XX*”. Lisboa. Dom Quixote.
- Hora, M. (1987). “*The unglamorous game of managing maintenance*”. Business Horizons.

Hoskins, R. P., Brint, A. T., Strbac, G. (1997). *Use of condition information and the physical processes of failure as an aid to asset management*. Technological Educational Institute. Manchester, UK.

Hsu, C.C., Sandford, B. (2007). *“The Delphi Technique: Making sense of consensus”*, Practical Assessment, Research, and Evaluation.

IAM – The Institute of Asset Management. (2014). *“The self-Assessment Methodology – Guidance”*, Version 1, disponível em: <https://theiam.org/Self-Assessment-Methodology-Guidance-20Jun14>, site consultado em 19/09/2015.

Ignatius, A. (2014). The Best-Performing CEOs in the World, *Harvard Business Review*, disponível em: <https://hbr.org/2014/11/the-best-performing-ceos-in-the-world>, site consultado em 09/07/2014.

Imai, M. (1988). *“Kaizen – A estratégia para o Sucesso Competitivo”*, São Paulo, IMAM.

Infopédia. (2015a). Dicionários Porto Editora, disponível em: ([http://www.infopedia.pt/\\$circulo-\(simbologia\)](http://www.infopedia.pt/$circulo-(simbologia))), site consultado em 05/09/2015.

Infopédia. (2015b). Dicionários Porto Editora, disponível em: (<http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/lobby>), site consultado em 05/09/2015.

ISO 55000. (2014). International Organization for Standardization, *“Asset management - Overview, principles and terminology”*.

ISO 55001. (2014). International Organization for Standardization, *“Asset management - Management systems – Requirements”*.

ISO 55002. (2014). International Organization for Standardization, *“Asset management - Management systems” - Guidelines for the application of ISO 55001*.

Jacobs, J. M. (1996). *Essential assessment criteria for physical education teacher education programs: A Delphi study*. Unpublished doctoral dissertation. West Virginia University, Morgantown.

Kayo, E. K., Securato, J. R. (1997). *Método Delphi: Fundamentos, críticas e vieses. Cadernos de Pesquisa em Administração*. São Paulo, v. 1, n. 4, p. 51-61. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/index.htm>, site consultado em 25/04/2003.

Kaplan, R., Norton, D. (2001). *Organização orientada para a estratégia - Como as empresas adotam o Balanced Scorecard prosperam no novo ambiente de negócios*. 10º edição, Editora Campus.

Kaplan, R., Norton, D. (2014). *How to Communicating and Cascade the Strategy? Summary of Strategy Maps, Strategy Maps*. Disponível em : [http://www.valuebasedmanagement.net/methods\\_strategy\\_maps\\_strategic\\_communication.html](http://www.valuebasedmanagement.net/methods_strategy_maps_strategic_communication.html), site consultado em 12/09/2015.



Kelly, C. M., Mosier, C. T., Mahmoodi, F. (1997). "Impact of maintenance policies on the performance of manufacturing cells". *International Journal of Production Research*, 35(3): 767-787.

Komonen, K. (2013). *Physical Asset Management: What is it all about and Why*. EFNMS.  
[12] Lobo, L. S., (2015). Afirmação da profissão de engenheiro e da engenharia, *Revista Ingenium*.

Luan, W., Siew, C. K., Iosfin, H. (2007). *Life cycle analysis methodology for distribution feeder reclosers*. Vancouver, BC, Canada, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.

Ludwing, B. G. (1994). *Internationalizing Extension: An exploration of the characteristics evident in a state university Extension system that achieves internationalization*. Unpublished doctoral dissertation. The Ohio State University. Columbus.

Machado, V. A. P. (1996). *A engenharia industrial na indústria portuguesa*. "1as jornadas para o desenvolvimento económico e empresarial". Fafe, Instituto de Estudos Industriais, Escola Superior de Tecnologias de Fafe.

Marconi, M., Lakatos, E. M. (1999). *Técnicas de pesquisa*. 4. ed., São Paulo. Atlas.

Menezes, L. F. (2015). A criação de conhecimento em engenharia, *Revista Ingenium*.

Micromationinc, (2015). Disponível em : <http://www.micromationinc.com/images/tco-life-cycle-cost.gif>, site consultado em 05/09/2015.

Moraes, G. (2013). "*Sistema de Gestão de Riscos, Estudo da Análise de Riscos Offshore e Onshore*", Vol. 2. GVC.

Muchiri, P. N., Pintelon, L., Martin, H. (2010). "Empirical analysis of maintenance performance measurement in Belgian industries." *International Journal of Production Research*, 48(20): 5905-5924.

Ouertani, M. Z., Parlinkad, A. K., McFarlane, D. (2008). *Asset information management: Research challenges*. Marrakech, Morocco, Inst. of Elec. and Elec. Eng. Computer Society.

PAS 55-1. (2008). Asset Management, Part 1 - *Specification for the optimized management of physical assets*, IAM - The Institute of Asset Management & BSI - British Standards institution.

PAS 55-2. (2008). "Asset Management, Part 2 - *Guidelines for the application of PAS 55-1*", IAM - The Institute of Asset Management e BSI - British Standards institution.

Pinjala, S. K., Pintelon, L., Vereecke, A. (2006). "An empirical investigation on the relationship between business and maintenance strategies." *International Journal of Production Economics*, 104(1): 214-229.

Ramos, C. A. M. (2014). *Prefácio do Livro "engenharia pt" de Gilberto Santos – Uma via verde para o desenvolvimento tecnológico e económico de Portugal*. Editora Vida Económica.

- Ramos, C. M. (2015a). Engenharia – Um instrumento social, *Revista Ingenium*.
- Ramos, C. R. (2015b). A engenharia e a sociedade – Perspetivas e realizadas, *Revista Ingenium*.
- Robertson, K. (2015). Reliabilityweb.com, “*Applying the Guidelines of BSI PAS 55 to Facility*”.
- Reliasoft Corporation. (1992). “*Sistema de Gestão de Ativos baseado na Engenharia da Confiabilidade e Aprendizagem Organizacional*”.
- Rollo, M. F. (2015). Ascensão e afirmação da engenharia e dos engenheiros em Portugal no séc. XX, *Revista Ingenium*.
- Sampaio, J. (2015). A importância do engenheiro para o desenvolvimento da sociedade – Uma visão política, *Revista Ingenium*.
- Santos, J. L. (2015). *Apresentação à AdP – Águas de Portugal*. APMI – Associação Portuguesa de Manutenção Industrial.
- Saraiva, A. (2014). *Prefácio do Livro “engenharia pt” de Gilberto Santos, Uma via verde para o desenvolvimento tecnológico e económico de Portugal*. Editora Vida Económica.
- Scanlan, C. (2014). “Birth of the Inverted Pyramid: A Child of Technology, Commerce and History”, Poyter.org. Disponível em: <http://www.poynter.org/news/media-innovation/12755/birth-of-the-inverted-pyramid-a-child-of-technology-commerce-and-history/>, site consultado em 12/07/2015.
- Shervin, D., Jonsson, P. (1995). “TQM, maintenance and plant availability”, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 1, No. 1, pp. 15- 19.
- Silva, J. (2015). “A importância da engenharia para as outras profissões”. *Revista Ingenium*.
- Takata, S., Kimura, F., Van Houten, F. J. A. M., Westkamper, E., Shpitalni, M., Ceglarek, D., Lee, J. (2004). *Maintenance: Changing Role in Life Cycle Management*. Waseda University. Japan, The University of Tokyo. Japan. University of Twente, the Netherlands, Fraunhofer IPA, Germany, Technion, Israel, University of Wisconsin-Madison, USA, University of Wisconsin-Milwaukee, USA.
- Tsang, A. H. C. (2002). "Strategic dimensions of maintenance management." *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 8(1): 7-39.
- Uusipaavalniemi, S., Juga, J. (2009). “Information integration in maintenance services”, *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- Vroedt, E., Hoving, P. (2014). *Changing data needs from a life cycle perspective in the context of ISO 55000*. Electricity Distribution Conference, South East Asia.

Waeyenbergh, G., Pintelon, L. (2002). "A framework for maintenance concept development." *International Journal of Production Economics* 77(3): 299-313.

Woodhouse. (2010). *Drawing up an asset management plan that delivers operational reliability*. The Woodhouse Partnership, Ltd.

Woodhouse, J. (2014). *ISO 55000 – What, Why and How*. The Woodhouse Partnership, Ltd.

Wooldridge, B., Schmid, T., Floyd, S. (2008). "The Middle Management Perspective on Strategy Process: Contributions, Synthesis, and Future Research." *Journal of Management* 34(6): pp.1190 -1221.

Wright, J. T. C., Giovinazzo, R. A. (2000). *Delphi: Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo*. Cadernos de Pesquisa em Administração, São Paulo, v. 1, n. 12, p. 54-65.



## **Anexos**



# I. Anexo – Questionário *Delphi* da 1ª Ronda

**Nome Completo:**

**Envolvente Externa**

A integração da envolvente externa face à gestão de ativos numa unidade industrial, engloba as seguintes características: prioridades; valores; práticas e vantagem de maior relevância.

**Significado dos valores da Escala de *Likert*:**

- 1 – Nada Importante
- 2 – Pouco Importante
- 3 – Importante
- 4 – Muito Importante
- 5 – Extremamente Importante

**1 – Qual o nível de importância que atribui aos seguintes fatores na gestão de ativos de numa unidade industrial:**

**1.a – Tecnologia**

	1	2	3	4	5	
<u>Nada importante</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**1.b - Clientes e Mercado**

	1	2	3	4	5	
<u>Nada importante</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**1.c - Legislação e Normas**

	1	2	3	4	5	
<u>Nada importante</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

#### 1.d – Stakeholders

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**1.e** – Para além destas características mencionadas que outra, ou outras, acrescentaria como vantagens na envolvente exterior da gestão de ativos de uma unidade industrial.

-
---

#### **Método interactivo de gestão PDCA**

O círculo de *Deming* ou ciclo PDCA é um método sistemático de gestão em quatro etapas, típico na implementação de um sistema de melhoria contínua: Planear, Executar, Verificar e Agir/Corrigir. **Planear:** utilizado para o planeamento com vista ao cumprimento dos objetivos, ações para atribuir riscos e oportunidades; **Fazer:** controlo operacional, gestão da mudança e subcontratação; **Verificar:** Monitorização, análise e avaliação dos resultados; **Agir/Planear:** Ações preventivas, corretivas e melhoria contínua.

2 - Qual o nível de importância que atribui à inclusão deste modelo, PDCA, no sistema de gestão de ativos de uma unidade industrial.

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

#### **Ciclo de vida do ativo**

O ciclo de vida de um ativo compreende todos os estágios de gestão do ativo, ou seja, desde a fase de conceção até à fase de desativação ou eliminação.

3 – No sistema de gestão de ativos de uma unidade industrial, é fundamental saber o que é mais lógico: O PDCA englobar o ciclo de vida do ativo ou o contrário. Assim, qual o nível de importância que atribui ao facto do ciclo PDCA englobar o ciclo de vida de um ativo, ou de um conjunto de ativos?



	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

### **Sistemas & Processos**

Utilizando uma abordagem aos sistemas de gestão integrados, este permite que o sistema de gestão de ativos de uma organização possa ser construído sobre elementos de outros sistemas existentes, tais como a qualidade, meio ambiente, saúde, segurança e gestão de riscos.

Os processos designam-se como sequências de atividades com a finalidade e objetivo maior, a realização de valor para a organização, tais como processos na tomada de decisão, integrados, para a implementação de planos de gestão, funcionais, planeados entre outros.

### **Investimento**

O investimento assume uma importância decisiva nas organizações. É a base da sua criação, crescimento e modernização, representa uma aplicação de recursos de longo prazo para responder a oportunidades e ameaças do mercado, criando ou reforçando o seu potencial estratégico num ambiente de risco e incerteza dos pressupostos associados ao mercado e ao investimento. As organizações têm necessidades de investimento em ativos, como tal é fundamental a tomada de decisão sobre investimentos, melhorando o seu retorno, criando valor.

4 – Qual a importância que atribui ao facto do sistema de gestão de ativos estar inserido num meio de gestão que contempla: **Sistemas & Processos e Investimento**.

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

### **Operação & Manutenção**

A Manutenção tem um papel fundamental na consecução dos objetivos da organização. Existindo diferentes Modelos e Filosofias de Manutenção, importa definir, para cada equipamento (ativo físico), qual o modelo mais adequado face à importância desse

equipamento para o processo produtivo e de acordo com as necessidades de fiabilidade e disponibilidade que o caracterizam. A Manutenção deverá, também, intervir no processo de seleção e aquisição de novos equipamentos, por forma a contribuir com a sua experiência, para a escolha do equipamento que melhor venha a responder às exigências e constrangimentos do contexto em que vão laborar.

A operação e manutenção numa perspetiva integrada para melhorar a competitividade, obter melhores resultados em disponibilidade e fiabilidade, integrando atividades, visando uma cultura de mudança, ou seja, uma integração interfuncional.

**5 - Qual o nível de importância que atribui às seguintes vantagens competitivas para a Operação & Manutenção na gestão de ativos numa unidade industrial:**

5.a – Otimização

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

5.b - Competitividade

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

5.c – Produção e Tratamento de dados

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

5.d – Sustentabilidade

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**5.e – Para além destas características mencionadas que outra, ou outras, acrescentaria como vantagens competitivas para a Operação & Manutenção na gestão de ativos de uma unidade industrial.**

-

**6 –** Quão positivo considera a integração da **Operação** com a **Manutenção** na Gestão de Ativos de numa organização industrial?

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

### **Engenharia**

Neste tópico pretende-se contemplar para a engenharia os seguintes aspetos: a sustentabilidade na gestão eficiente dos recursos; os novos paradigmas energéticos; a inovação; a gestão do risco; a observância aos imperativos de preservação e conservação ambiental; as mudanças de paradigma introduzidas; os desafios das empresas para um crescimento económico sustentado; os modelos da economia e os desafios para a engenharia perante todos estes e outros fatores, que são preponderantes para um desenvolvimento sustentável.

**7 -** Na gestão de ativos numa unidade industrial, qual o nível de importância que atribui às seguintes vantagens competitivas para a **Engenharia**:

**7.a –** Metodologia da estratégia

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**7.b –** Compreensão do negócio

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**7.c –** Conceito Risco/Fiabilidade

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**7.d –** Conceito Impacto ambiental

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**7.e** – Para além destas características mencionadas que outra, ou outras, acrescentaria como vantagens competitivas para a **Engenharia** na gestão de ativos de uma unidade industrial.

\_\_\_\_\_

**8** – Na Gestão de Ativos de numa organização industrial, qual o nível de importância que atribui à integração interfuncional da **Operação & Manutenção** com a **Engenharia**?

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

### **Gestor de Ativos**

No que concerne ao papel do gestor de ativos na organização industrial, este deve ter capacidade de contribuir positivamente para: criação de valor, ganhos de eficácia e eficiência, gestão dos ativos ou sistemas de ativos, desenvolvimento de um conjunto de competências e habilidades na área de engenharia, e também na área da gestão e área financeira, integração funcional com a gestão de topo e com a restante estrutura da organização industrial.

**9** - Qual o nível de importância que atribui às seguintes características para o **Gestor de Ativos** na gestão de ativos numa unidade industrial:

9.a – Compreensão do negócio

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

9.b – Compreensão do conceito Risco/Fiabilidade

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

9.c – Comunicação e Negociação

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

9.d – Conhecimentos sólidos de Gestão Financeira

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

9.e – Para além destas características mencionadas, que outra ou outras, acrescentaria como vantagens para o **Gestor de Ativos** na gestão de ativos de uma unidade industrial.

-
---

10 - Na Gestão de Ativos de numa organização industrial, qual o nível de importância que atribui à integração interfuncional:

10.a - Do **Gestor do Ativos** com a **Engenharia**?

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

10.b - Do **Gestor do Ativos** e com a **Gestão do Negócio**?

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

11 – Qual o nível de importância que atribui ao fato da formação base do **Gestor de Ativos** ser em **Engenharia** e complementada com formação na área da **Gestão Financeira**?

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**Gestão do Negócio**

O papel da gestão do negócio e o seu contributo para a gestão de ativos, também designada por gestão de topo, implica a sua integração funcional com o ambiente externo e com a restante estrutura da organização industrial. Assim, os benefícios da gestão do negócio com as novas perspetivas associadas à implementação da gestão de ativos e da integração funcional deverão ser obtidos entre as partes que constituem a organização.

**12** - Qual o nível de importância que atribui às seguintes vantagens competitivas para a **Gestão do Negócio** na gestão de ativos numa unidade industrial:

12.a – Liderança *coaching*

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

12.b – Visão clara e direcionada

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

12.c – Compromisso visível e sustentado

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

12.d – Compreensão do negócio

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**12.e** – Para além destas características mencionadas que outra, ou outras, acrescentaria como vantagens competitivas para a **Gestão do Negócio** na gestão de ativos de uma unidade industrial.

\_\_\_\_\_

**13** – Na Gestão de Ativos de numa organização industrial, qual o nível de importância que atribui à integração interfuncional da **Engenharia** com a **Gestão do Negócio**?

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

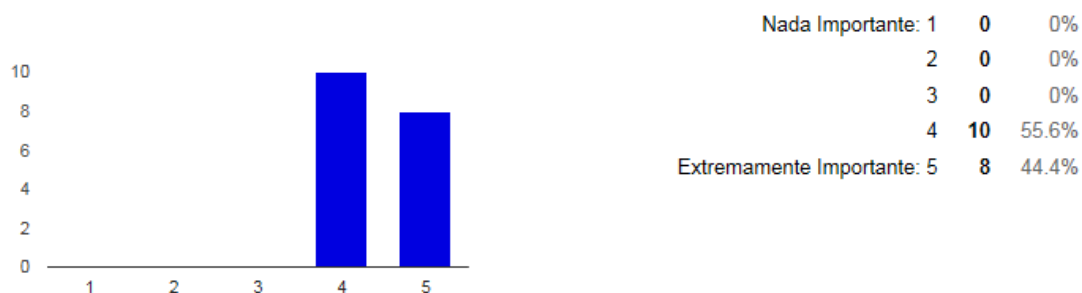
**Muito Obrigado!**

## II. Anexo – Questionário *Delphi* – Resultados da 1ª Ronda

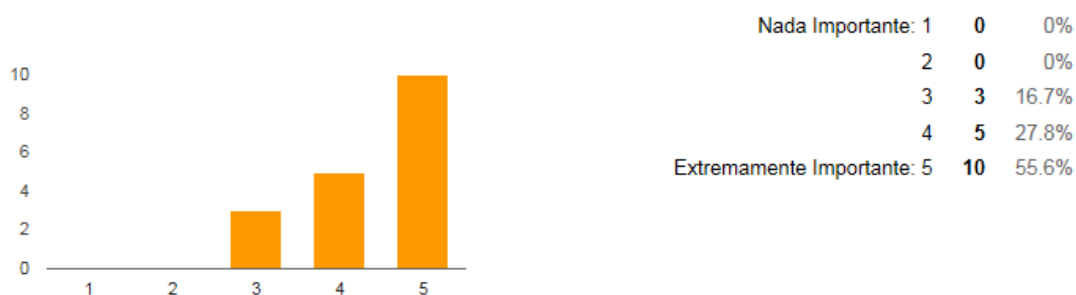
### Envolvente Externa

1 – Qual o nível de importância que atribui aos seguintes fatores na gestão de ativos de numa unidade industrial:

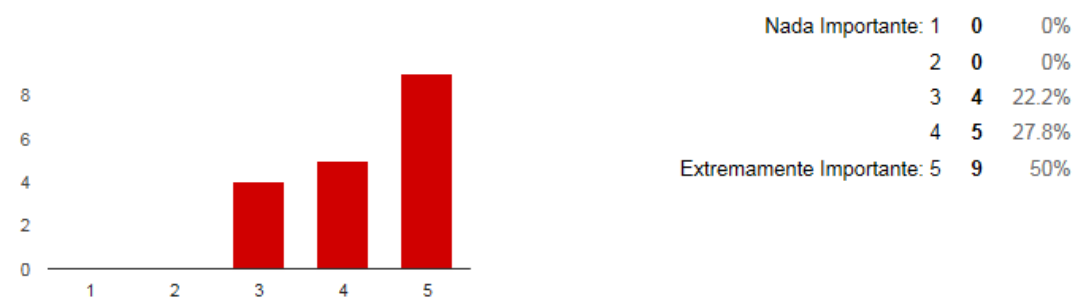
#### 1.a – Tecnologia



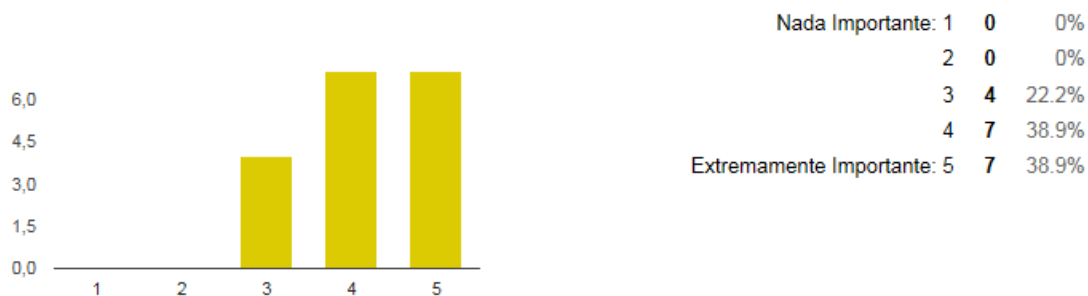
#### 1.b - Clientes e Mercado



#### 1.c - Legislação e Normas



#### 1.d – Stakeholders

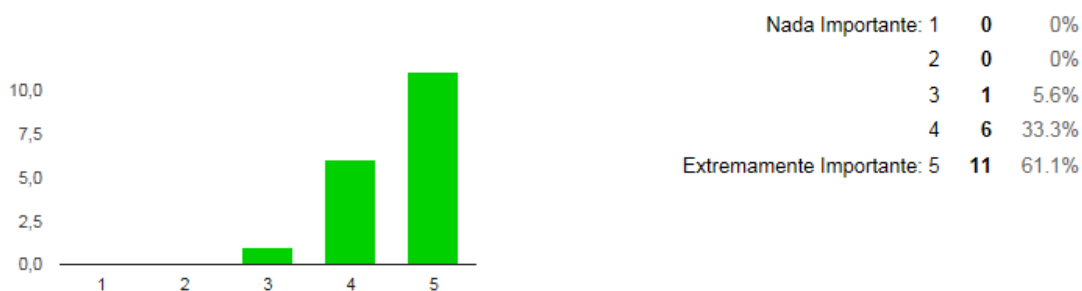


1.e – Para além destas características mencionadas que outra, ou outras, acrescentaria como vantagens na envolvente exterior da gestão de ativos de uma unidade industrial?

- *Lobby*.
- Acho que Clientes e Mercado fazem parte dos *Stakeholders*.
- Envolvente da unidade industrial.
- Nada a acrescentar.
- Notoriedade da marca.

#### Método interativo de gestão PDCA

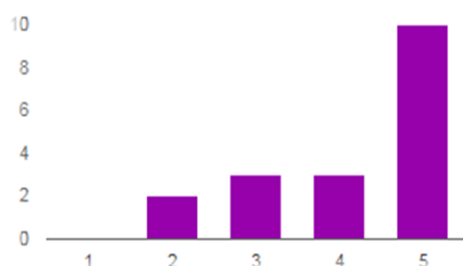
2 - Qual o nível de importância que atribui à inclusão deste modelo, PDCA, no sistema de gestão de ativos de uma unidade industrial?



#### Ciclo de vida do ativo

3 – No sistema de gestão de ativos de uma unidade industrial, é fundamental saber o que é mais lógico: O PDCA englobar o ciclo de vida do ativo ou o contrário. Assim, qual o nível de importância que atribui ao facto do ciclo PDCA englobar o ciclo de vida de um ativo, ou de um conjunto de ativos?



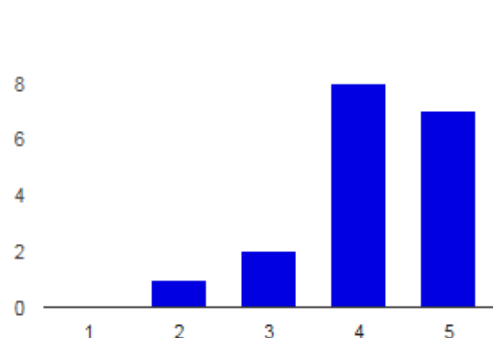


Nada Importante: 1	0	0%
2	2	11.1%
3	3	16.7%
4	3	16.7%
Extremamente Importante: 5	10	55.6%

## **Sistemas & Processos**

### **Investimento**

4 – Qual a importância que atribui ao facto do sistema de gestão de ativos estar inserido num meio de gestão que contempla: Sistemas & Processos e Investimento.

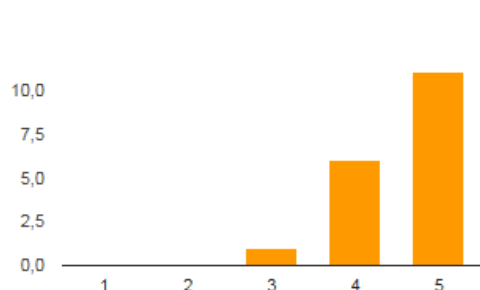


Nada Importante: 1	0	0%
2	1	5.6%
3	2	11.1%
4	8	44.4%
Extremamente Importante: 5	7	38.9%

## **Operação & Manutenção**

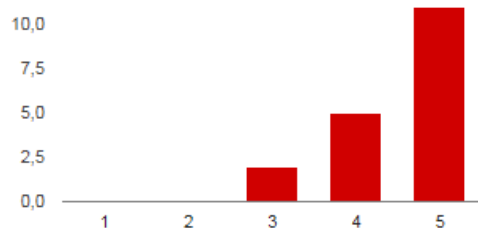
5 - Qual o nível de importância que atribui às seguintes vantagens competitivas para a Operação & Manutenção na gestão de ativos numa unidade industrial:

### **5.a – Otimização**



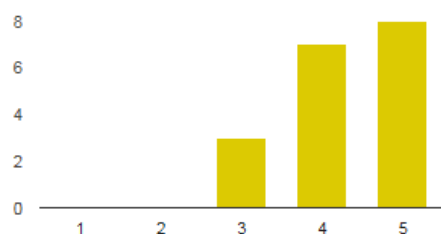
Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	1	5.6%
4	6	33.3%
Extremamente Importante: 5	11	61.1%

### 5.b - Competitividade



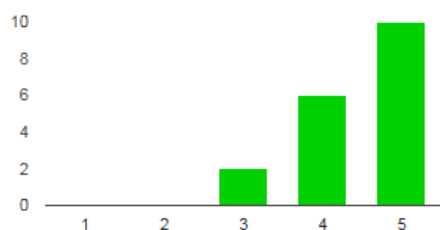
Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	2	11.1%
4	5	27.8%
Extremamente Importante: 5	11	61.1%

### 5.c – Produção e Tratamento de dados



Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	3	16.7%
4	7	38.9%
Extremamente Importante: 5	8	44.4%

### 5.d – Sustentabilidade

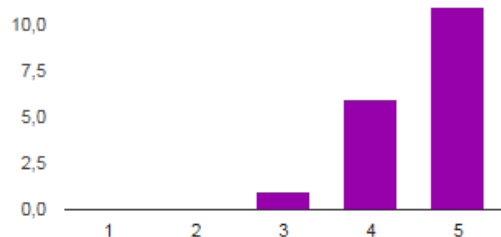


Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	2	11.1%
4	6	33.3%
Extremamente Importante: 5	10	55.6%

5.e – Para além destas características mencionadas que outra, ou outras, acrescentaria como vantagens competitivas para a Operação & Manutenção na gestão de ativos de uma unidade industrial?

- Saber fazer.
- Fiabilidade e se possível com aquisição de dados que possam influenciar a Fiabilidade (sensores).
- Nada a acrescentar.

6 – Quão positivo considera a integração da Operação com a Manutenção na Gestão de Ativos de numa organização industrial?

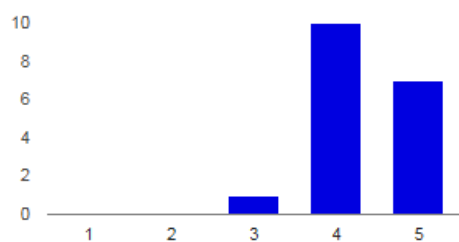


Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	1	5.6%
4	6	33.3%
Extremamente Importante: 5	11	61.1%

## Engenharia

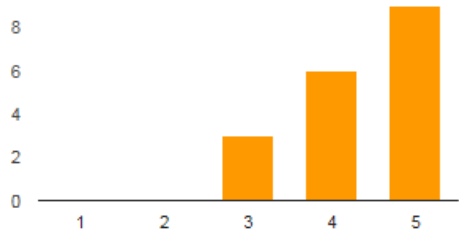
7 - Na gestão de ativos numa unidade industrial, qual o nível de importância que atribui às seguintes vantagens competitivas para a Engenharia:

### 7.a – Metodologia da estratégia



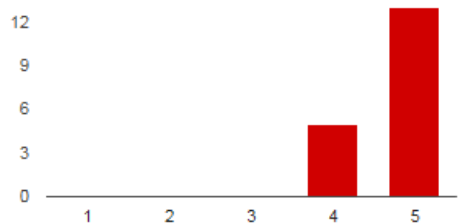
Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	1	5.6%
4	10	55.6%
Extremamente Importante: 5	7	38.9%

### 7.b – Compreensão do negócio



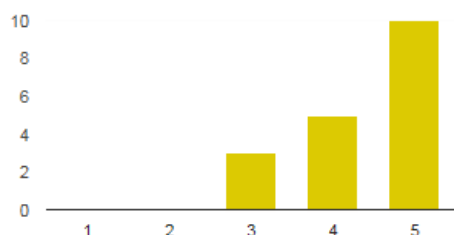
Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	3	16.7%
4	6	33.3%
Extremamente Importante: 5	9	50%

### 7.c – Conceito Risco/Fiabilidade



Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	5	27.8%
Extremamente Importante: 5	13	72.2%

#### 7.d – Conceito Impacto ambiental

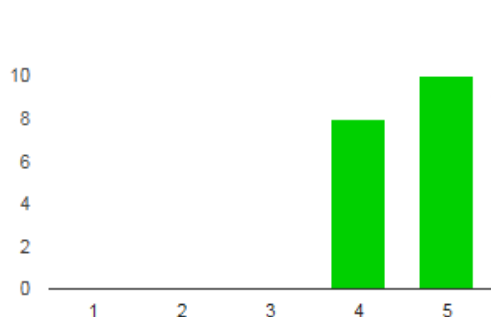


Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	3	16.7%
4	5	27.8%
Extremamente Importante: 5	10	55.6%

7.e – Para além destas características mencionadas que outra, ou outras, acrescentaria como vantagens competitivas para a Engenharia na gestão de ativos de uma unidade industrial.

- Conceitos Eficácia e Eficiência.
- Confiabilidade.
- Conhecimento da cadeia.
- Nada a acrescentar.
- Impacto de segurança.

8 – Na Gestão de Ativos de numa organização industrial, qual o nível de importância que atribui à integração interfuncional da Operação & Manutenção com a Engenharia?

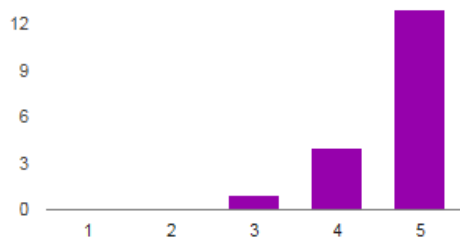


Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	8	44.4%
Extremamente Importante: 5	10	55.6%

#### Gestor de Ativos

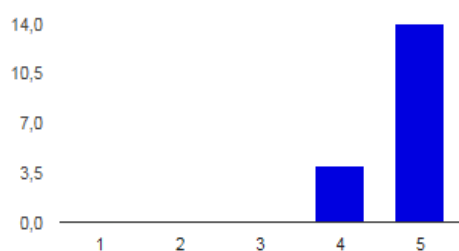
9 - Qual o nível de importância que atribui às seguintes características para o Gestor de Ativos na gestão de ativos numa unidade industrial:

### 9.a – Compreensão do negócio



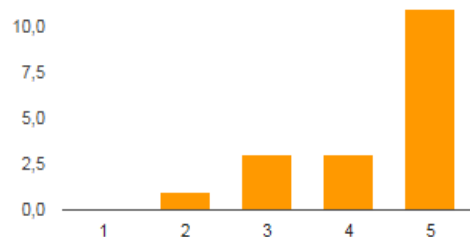
Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	1	5.6%
4	4	22.2%
Extremamente Importante: 5	13	72.2%

### 9.b – Compreensão do conceito Risco/Fiabilidade



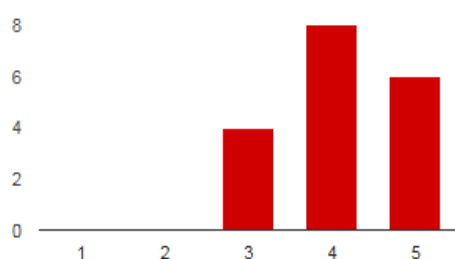
Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	4	22.2%
Extremamente Importante: 5	14	77.8%

### 9.c – Comunicação e Negociação



Nada Importante: 1	0	0%
2	1	5.6%
3	3	16.7%
4	3	16.7%
Extremamente Importante: 5	11	61.1%

### 9.d – Conhecimentos sólidos de Gestão Financeira



Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	4	22.2%
4	8	44.4%
Extremamente Importante: 5	6	33.3%

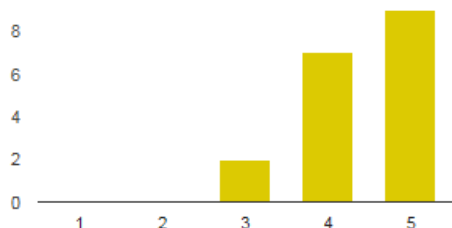
9.e – Para além destas características mencionadas, que outra ou outras, acrescentaria como vantagens para o Gestor de Ativos na gestão de ativos de uma unidade industrial?

- Liderança.
- Nada a acrescentar.
- Conhecimentos de engenharia.

- Poder de Comunicação e Persuasão.
- Capacidade técnica.

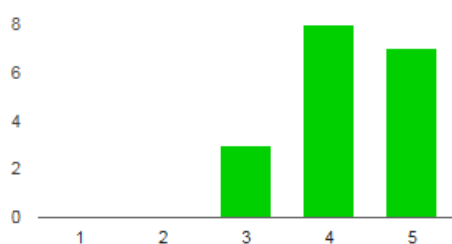
10 - Na Gestão de Ativos de numa organização industrial, qual o nível de importância que atribui à integração interfuncional:

**10.a - Do Gestor de Ativos com a Engenharia?**



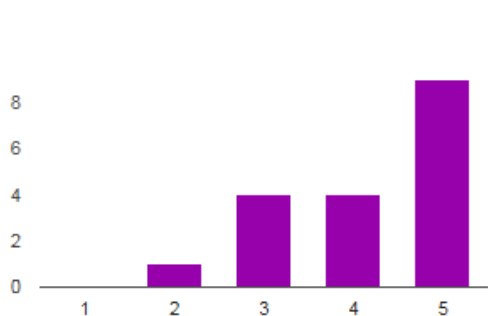
Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	2	11.1%
4	7	38.9%
Extremamente Importante: 5	9	50%

**10.b - Do Gestor de Ativos com a Gestão do Negócio?**



Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	3	16.7%
4	8	44.4%
Extremamente Importante: 5	7	38.9%

11 – Qual o nível de importância que atribui ao fato da formação base do Gestor de Ativos ser em Engenharia e complementada com formação na área da Gestão Financeira?

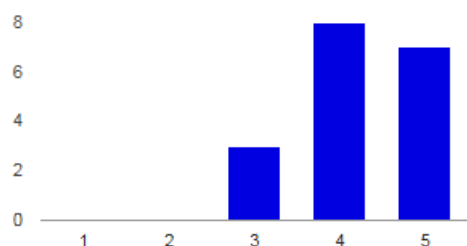


Nada Importante: 1	0	0%
2	1	5.6%
3	4	22.2%
4	4	22.2%
Extremamente Importante: 5	9	50%

## Gestão do Negócio

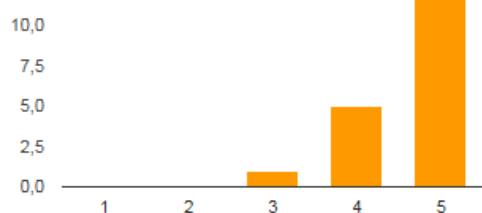
12 - Qual o nível de importância que atribui às seguintes vantagens competitivas para a Gestão do Negócio na gestão de ativos numa unidade industrial:

### 12.a – Liderança coaching



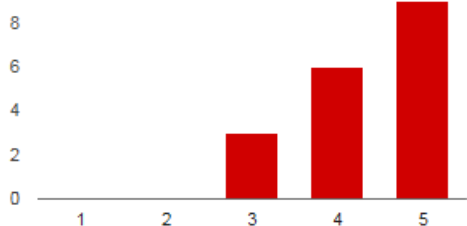
Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	3	16.7%
4	8	44.4%
Extremamente Importante: 5	7	38.9%

### 12.b – Visão clara e direcionada



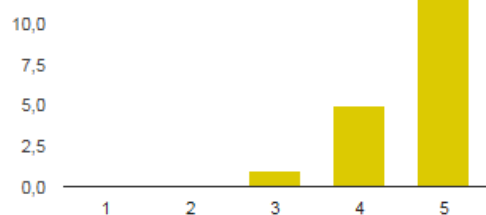
Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	1	5.6%
4	5	27.8%
Extremamente Importante: 5	12	66.7%

### 12.c – Compromisso visível e sustentado



Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	3	16.7%
4	6	33.3%
Extremamente Importante: 5	9	50%

### 12.d – Compreensão do negócio

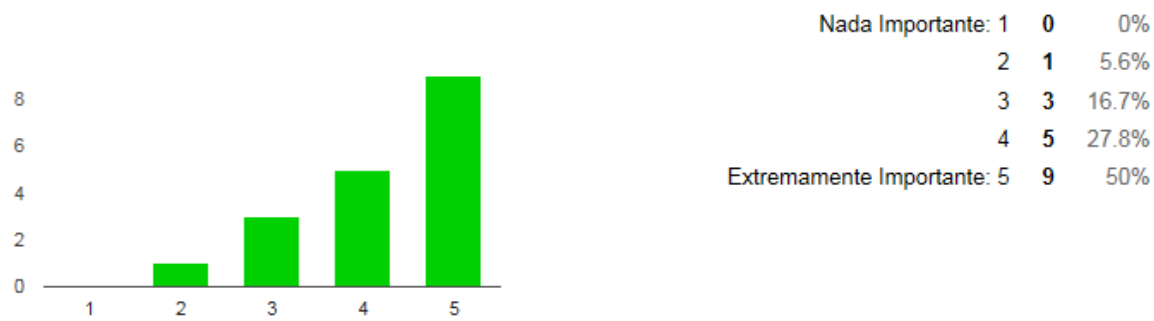


Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	1	5.6%
4	5	27.8%
Extremamente Importante: 5	12	66.7%

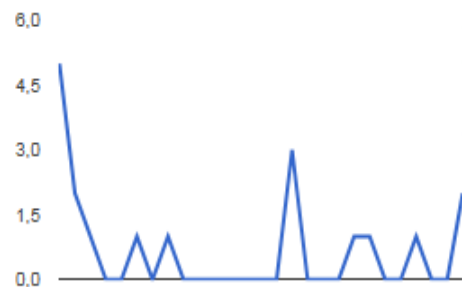
12.e – Para além destas características mencionadas que outra, ou outras, acrescentaria como vantagens competitivas para a Gestão do Negócio na gestão de ativos de uma unidade industrial?

- Conhecimento da atividade.
- Poder de Comunicação e Persuasão.
- Competência.
- Nada a acrescentar.

13 – Na Gestão de Ativos de numa organização industrial, qual o nível de importância que atribui à integração interfuncional da Engenharia com a Gestão do Negócio?



Número de respostas diárias





### III. Anexo – Questionário *Delphi* da 2ª Ronda

**Nome completo:**

**Significado dos valores da Escala de *Likert*:**

- 1 – Nada Importante
- 2 – Pouco Importante
- 3 – Importante
- 4 – Muito Importante
- 5 – Extremamente Importante

#### **Método interactivo de gestão PDCA**

O círculo de *Deming* ou ciclo PDCA é um método sistemático de gestão em quatro etapas, típico na implementação de um sistema de melhoria contínua: Planear, Executar, Verificar e Agir/Corrigir. **Planear:** utilizado para o planeamento com vista ao cumprimento dos objetivos, ações para atribuir riscos e oportunidades; **Fazer:** controlo operacional, gestão da mudança e subcontratação; **Verificar:** Monitorização, análise e avaliação dos resultados; **Agir/Planear:** Ações preventivas, corretivas e melhoria contínua.

#### **Ciclo de vida do ativo**

O ciclo de vida de um ativo compreende todos os estágios de gestão do ativo, ou seja, desde a fase de conceção até à fase de desativação ou eliminação.

3 – No sistema de gestão de ativos de uma unidade industrial, é fundamental saber o que é mais lógico: O PDCA englobar o ciclo de vida do ativo ou o contrário. Assim, qual o nível de importância que atribui ao facto do ciclo PDCA englobar o ciclo de vida de um ativo, ou de um conjunto de ativos?

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

### **Sistemas & Processos**

Utilizando uma abordagem aos sistemas de gestão integrados, este permite que o sistema de gestão de ativos de uma organização possa ser construído sobre elementos de outros sistemas existentes, tais como a qualidade, meio ambiente, saúde, segurança e gestão de riscos.

Os processos designam-se como sequências de atividades com a finalidade e objetivo maior, a realização de valor para a organização, tais como processos na tomada de decisão, integrados, para a implementação de planos de gestão, funcionais, planeados entre outros.

### **Investimento**

O investimento assume uma importância decisiva nas organizações. É a base da sua criação, crescimento e modernização, representa uma aplicação de recursos de longo prazo para responder a oportunidades e ameaças do mercado, criando ou reforçando o seu potencial estratégico num ambiente de risco e incerteza dos pressupostos associados ao mercado e ao investimento. As organizações têm necessidades de investimento em ativos, como tal é fundamental a tomada de decisão sobre investimentos, melhorando o seu retorno, criando valor.

4 – Qual a importância que atribui ao facto do sistema de gestão de ativos estar inserido num meio de gestão que contempla: **Sistemas & Processos e Investimento**.

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

### **Gestor de Ativos**

No que concerne ao papel do gestor de ativos na organização industrial, este deve ter capacidade de contribuir positivamente para: criação de valor, ganhos de eficácia e eficiência, gestão dos ativos ou sistemas de ativos, desenvolvimento de um conjunto de competências e

habilidades na área de engenharia, e também na área da gestão e área financeira, integração funcional com a gestão de topo e com a restante estrutura da organização industrial.

**9** - Qual o nível de importância que atribui às seguintes características para o **Gestor de Ativos** na gestão de ativos numa unidade industrial:

9.c – Comunicação e Negociação

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**11** – Qual o nível de importância que atribui ao fato da formação base do **Gestor de Ativos** ser em **Engenharia** e complementada com formação na área da **Gestão Financeira**?

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**13** – Na Gestão de Ativos de numa organização industrial, qual o nível de importância que atribui à integração interfuncional da **Engenharia** com a **Gestão do Negócio**?

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente Importante

**Muito Obrigado!**

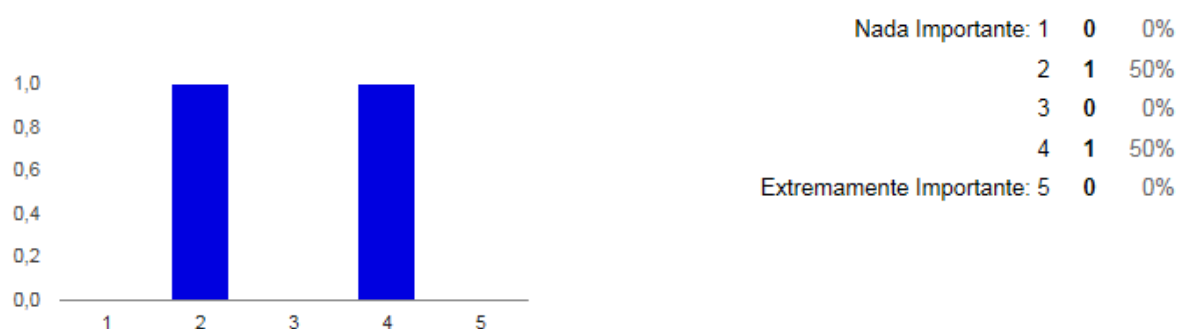


## IV. Anexo – Questionário *Delphi* – Resultados da 2ª Ronda

### Método interactivo de gestão PDCA

#### Ciclo de vida do ativo

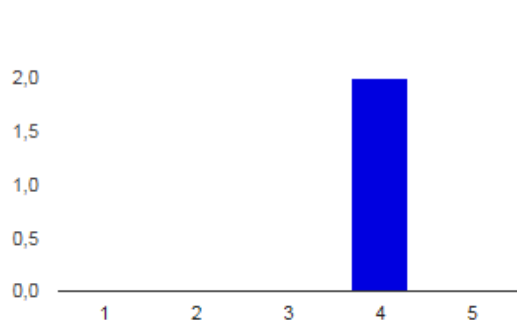
3 – No sistema de gestão de ativos de uma unidade industrial, é fundamental saber o que é mais lógico: O PDCA englobar o ciclo de vida do ativo ou o contrário. Assim, qual o nível de importância que atribui ao facto do ciclo PDCA englobar o ciclo de vida de um ativo, ou de um conjunto de ativos?



### Sistemas & Processos

#### Investimento

4 – Qual a importância que atribui ao facto do sistema de gestão de ativos estar inserido num meio de gestão que contempla: Sistemas & Processos e Investimento.

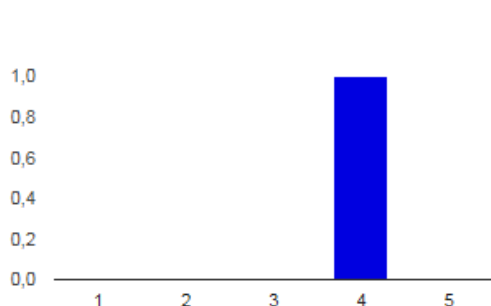


Nada Importante:	1	0	0%
	2	0	0%
	3	0	0%
	4	2	100%
Extremamente Importante:	5	0	0%

## Gestor de Ativos

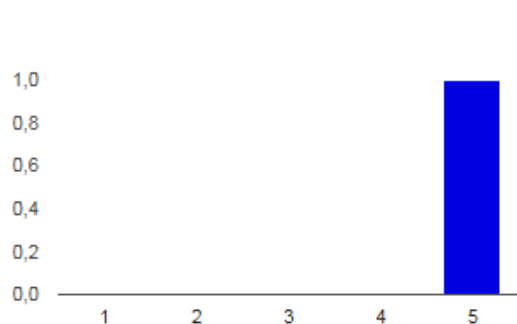
9 - Qual o nível de importância que atribui à seguinte característica para o Gestor de Ativos na gestão de ativos numa unidade industrial:

### 9.c – Comunicação e Negociação



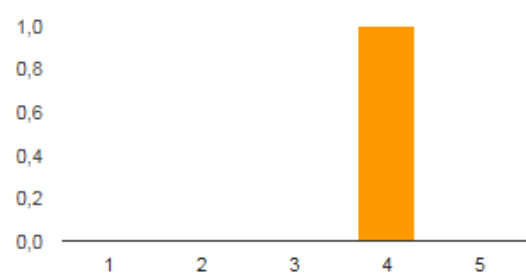
Nada Importante:	1	0	0%
	2	0	0%
	3	0	0%
	4	1	100%
Extremamente Importante:	5	0	0%

11 – Qual o nível de importância que atribui ao fato da formação base do Gestor de Ativos ser em Engenharia e complementada com formação na área da Gestão Financeira?



Nada Importante:	1	0	0%
	2	0	0%
	3	0	0%
	4	0	0%
Extremamente Importante:	5	1	100%

13 – Na Gestão de Ativos de numa organização industrial, qual o nível de importância que atribui à integração interfuncional da Engenharia com a Gestão do Negócio?



Nada Importante: 1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	1	100%
Extremamente Importante: 5	0	0%





## V. Anexo – Questionário *Delphi* – Tabela para Respostas por Correio Eletrônico

Nome Completo		
Nº da Resposta	Escala de Likert (1 a 5) - “Escala de Importância”	Resposta (1 a 5)
1 a)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
1 b)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
1 c)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
1 d)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
1 e)	Resposta não obrigatória	
2	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
3	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
4	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
5 a)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
5 b)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
5 c)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
5 d)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
5 e)	Resposta não obrigatória	
6	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
7 a)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
7 b)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
7 c)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
7 d)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
7 e)	Resposta não obrigatória	
8	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
9 a)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
9 b)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
9 c)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
9 d)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
9 e)	Resposta não obrigatória	
10 a)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
10 b)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
11	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
12 a)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
12 b)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
12 c)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
12 d)	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	
12 e)	Resposta não obrigatória	
13	1 – Nada Importante; 2 – Pouco; 3 – Importante; 4 – Muito; e 5 – Extremamente Importante	



## VI. Anexo – Carta do Inquérito *Delphi* – 1ª Ronda

Exmos. Senhores Professores e Senhores Engenheiros,

Sou aluno de Mestrado em Engenharia Mecânica e Manutenção no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), e o tema do meu trabalho final de mestrado intitula-se “O Papel da Engenharia na Gestão de Ativos de uma Unidade Industrial”.

Nesta fase do meu trabalho estou a aplicar a metodologia *Delphi* (Painel *Delphi*), vindo por este meio requerer a sua colaboração como integrante do conjunto de especialistas do painel, necessitando para tal, apenas de responder ao inquérito acessível no *link* abaixo. O tempo estimado para resposta é de cerca de 20 minutos.

Por questões de rigor quanto aos respondentes que integram as rondas deste inquérito solicito, no início do mesmo, o nome completo do inquirido. Garante-se a confidencialidade entre os integrantes do painel, ou seja, em que apenas eu saberei o nome do inquirido.

Tendo em conta a data limite de entrega da minha dissertação, agradeço aos especialistas que receberam este *e-mail* que respondam com a maior brevidade que lhes seja possível.

Agradeço antecipadamente o tempo disponibilizado, bem como a sua colaboração que são fundamentais, para a progressão do meu trabalho.

*Link:*

<https://docs.google.com/forms/d/1JPNdPN77zbs1ueql1jM8Y3XrpGcrZSXJFqATEebHmP0/viewform>

Com os melhores cumprimentos,  
Joaquim Cabral Martins



## VII. Anexo – Carta do Inquérito *Delphi* – 2ª

### Ronda - Questão 9 c)

Exmos Senhores Professores e Senhores Engenheiros

O presente inquérito constitui a 2ª ronda do inquérito anterior no âmbito do tema do meu trabalho final de mestrado “O Papel da Engenharia na Gestão de Ativos de uma Unidade Industrial”. Por constituir uma ferramenta fundamental, agradeço antecipadamente a sua disponibilidade e participação na 2ª ronda deste Painel de Especialistas (*Delphi*).

Após análise das respostas à 1ª ronda do inquérito, verificou-se divergência na questão 9.c) colocada, onde a sua resposta, de acordo com a Escala de *Likert*, foi “2 – Pouco Importante”.

Para esta questão, e numa amostra significativa de cerca de 20 respondentes à 1ª ronda do inquérito, a Moda foi “5 – Extremamente Importante”.

Assim, considero que possa ter havido informação insuficiente ou falta de clareza sobre a questão em apreço. Nesse sentido a questão é novamente colocada nesta 2ª Ronda para eventual reconsideração, ou seja, se mantém ou pretende refletir, alterando a resposta, necessitando para tal, apenas de responder à Questão 9.c) do inquérito acessível no *link* abaixo.

Tendo em conta a data limite de entrega da minha dissertação, agradeço aos especialistas que receberam este *e-mail* que respondam com a maior brevidade que lhes seja possível.

Agradeço antecipadamente o tempo disponibilizado, bem como a sua colaboração que são fundamentais, para a progressão do meu trabalho.

*Link:*

[https://docs.google.com/forms/d/1zERLIZIQZkPW5YY-I1Fdqx\\_bRoJnFnY3GUvkINXRPU/viewform](https://docs.google.com/forms/d/1zERLIZIQZkPW5YY-I1Fdqx_bRoJnFnY3GUvkINXRPU/viewform)

Com os melhores cumprimentos,

Joaquim Cabral Martins



## **VIII. Anexo – Carta do Inquérito *Delphi* – 2ª**

### **Ronda - Questão 11 e 13**

Exmos Senhores Professores e Senhores Engenheiros

O presente inquérito constitui a 2ª ronda do inquérito anterior no âmbito do tema do meu trabalho final de mestrado “O Papel da Engenharia na Gestão de Ativos de uma Unidade Industrial”. Por constituir uma ferramenta fundamental, agradeço antecipadamente a sua disponibilidade e participação na 2ª ronda deste Painel de Especialistas (*Delphi*).

Após análise das respostas à 1ª ronda do inquérito, verificou-se divergência nas questões 11 e 13 colocadas, onde as suas respostas para estas duas questões, de acordo com a Escala de *Likert*, foram “2 – Pouco Importante”.

Para estas questões, e numa amostra significativa de cerca de 20 respondentes à 1ª ronda do inquérito, a Moda foi “5 – Extremamente Importante”.

Assim, considero que possa ter havido informação insuficiente ou falta de clareza sobre a questão em apreço. Nesse sentido a questão é novamente colocada nesta 2ª Ronda para eventual reconsideração, ou seja, se mantém ou pretende refletir, alterando a resposta, necessitando para tal, apenas de responder às Questões 11 e 13 do inquérito acessível no *link* abaixo.

Tendo em conta a data limite de entrega da minha dissertação, agradeço aos especialistas que receberam este *e-mail* que respondam com a maior brevidade que lhes seja possível.

Agradeço antecipadamente o tempo disponibilizado, bem como a sua colaboração que são fundamentais, para a progressão do meu trabalho.

*Link:*

[https://docs.google.com/forms/d/1rtEfEtdV4Q5gxmrIrgsDm\\_n8jYnzi6uRLDKxro0zbM8/viewform](https://docs.google.com/forms/d/1rtEfEtdV4Q5gxmrIrgsDm_n8jYnzi6uRLDKxro0zbM8/viewform)

Com os melhores cumprimentos,

Joaquim Cabral Martins





## IX. Anexo – Carta do Inquérito *Delphi* – 2ª Ronda - Questão 3

Exmos Senhores Professores e Senhores Engenheiros

O presente inquérito constitui a 2ª ronda do inquérito anterior, no âmbito do tema do meu trabalho final de mestrado “O Papel da Engenharia na Gestão de Ativos de uma Unidade Industrial”. Por constituir uma ferramenta fundamental, agradeço antecipadamente a sua disponibilidade e participação na 2ª ronda deste Painel de Especialistas (*Delphi*).

Após análise das respostas à 1ª ronda do inquérito, verificou-se divergência na questão 3 colocada, onde a sua resposta, de acordo com a Escala de *Likert*, foi “2 – Pouco Importante”.

Para esta questão, e numa amostra significativa de cerca de 20 respondentes à 1ª ronda do inquérito, a Moda foi “5 – Extremamente Importante”.

Assim, considero que possa ter havido informação insuficiente ou falta de clareza sobre a questão em apreço. Nesse sentido a questão é novamente colocada nesta 2ª Ronda para eventual reconsideração, ou seja, se mantém ou pretende refletir, alterando a resposta, necessitando para tal, apenas de responder à Questão 3 do inquérito acessível no *link* abaixo.

Tendo em conta a data limite de entrega da minha dissertação, agradeço aos especialistas que receberam este *e-mail* que respondam com a maior brevidade que lhes seja possível.

Agradeço antecipadamente o tempo disponibilizado, bem como a sua colaboração que são fundamentais, para a progressão do meu trabalho.

*Link:*

[https://docs.google.com/forms/d/1OMO\\_e\\_PTJgCDm0ysV1NAVpFMg3aMX\\_iS3oPJiIrfGZs/viewform](https://docs.google.com/forms/d/1OMO_e_PTJgCDm0ysV1NAVpFMg3aMX_iS3oPJiIrfGZs/viewform)

Com os melhores cumprimentos,

Joaquim Cabral Martins



## **X. Anexo – Carta do Inquérito *Delphi* – 2ª Ronda - Questão 4**

Exmos Senhores Professores e Senhores Engenheiros

O presente inquérito constitui a 2ª ronda do inquérito anterior no âmbito do tema do meu trabalho final de mestrado “O Papel da Engenharia na Gestão de Ativos de uma Unidade Industrial”. Por constituir uma ferramenta fundamental, agradeço antecipadamente a sua disponibilidade e participação na 2ª ronda deste Painel de Especialistas (*Delphi*).

Após análise das respostas à 1ª ronda do inquérito, verificou-se divergência na questão 4 colocada, onde a sua resposta, de acordo com a Escala de *Likert*, foi “2 – Pouco Importante”.

Para esta questão, e numa amostra significativa de cerca de 20 respondentes à 1ª ronda do inquérito, a Moda foi “4 – Muito Importante”.

Assim, considero que possa ter havido informação insuficiente ou falta de clareza sobre a questão em apreço. Nesse sentido a questão é novamente colocada nesta 2ª Ronda para eventual reconsideração, ou seja, se mantém ou pretende refletir, alterando a resposta, necessitando para tal, apenas de responder à Questão 4 do inquérito acessível no *link* abaixo.

Tendo em conta a data limite de entrega da minha dissertação, agradeço aos especialistas que receberam este *e-mail* que respondam com a maior brevidade que lhes seja possível.

Agradeço antecipadamente o tempo disponibilizado, bem como a sua colaboração que são fundamentais, para a progressão do meu trabalho.

*Link:*

<https://docs.google.com/forms/d/115ZODrkQDtPBiyZNdob3vDLXWvVrKqRncjixFtMNiKA/viewform>

Com os melhores cumprimentos,

Joaquim Cabral Martins